EVOLUZIONE E MOMENTI STORICI

DELLE

SCIENZE GEOLOGICHE

Digitized by Google

Digitized by Google

MARIO CERMENATI

Juvi 288 J.

EVOLUZIONE E MOMENTI STORICI

DELLE

SCIENZE GEOLOGICHE

CONFERENZE

TENUTE AL CIRCOLO DEI NATURALISTI IN ROMA

ISTITUTO di GEOLOGIA e PALEONTOLOGIA UNIVERSITÀ DI ROMA

ROMA

TIP. DELL'UNIONE COOPERATIVA EDITRICE

Via di Porta Salaria, 23-A

1893

Digitized by Google

Digitized by Google

AVVERTENZA

Nel corso di Conferenze scientifiche, *offerto dal* Circolo dei Naturalisti *di Roma al pubblico della capitale nei primi mesi di quest'anno, io mi assunsi di esporre l'evoluzione storica delle scienze geologiche dall'antichità fino ai giorni nostri. Benchè mi ripromettessi da principio di poter condensare il vasto argomento in tre sole conferenze, mi accorsi, man mano che progredivo, che ciò non era possibile, a meno di tagliar corto e di tacere troppe cose importanti. Preferii quindi restare a mezzo: e difatti con le quattro conferenze qui riunite non si arriva che al primo quarto del nostro secolo. Altre due o tre conferenze sarebbero occorse per svolgere convenientemente i due importanti momenti della storia della geologia, che dir si potrebbero, dai nomi dei caposcuola, lyelliano* (Lyell) *e beaumontiano* (Élie de Beaumont), *e per dare un'idea complessiva del momento attuale, ossia della geologia evoluzionistica oggidì dominante.*

È ovvio che non valeva la pena di pubblicare la poca parte che ho potuto svolgere. Ma poichè la stampa fu iniziata fin dalla prima conferenza, e le successive furono stampate man mano che avevano luogo, sovra appunti fedeli presi durante ciascuna, così è avvenuto che anche il libro fosse iniziato e poi rimanesse incompleto. Il che spiega pure come il presente volume sia privo di quell'ordine e di quell'armonia che non debbono mancare ad una

Digitized by Google

opera scritta di proposito, e sia inoltre pieno dei difetti inerenti alla improvvisazione ed ai bisogni stessi dell'esposizione orale, alla portata di un uditorio eterogeneo, con prevalenza di profani alla materia. Chi è pratico di conferenze sa quanto siano indispensabili, per riuscir chiari e tener desta l'attenzione degli uditori, certi artifici oratorî, che poi fanno poco bella figura messi per iscritto.

Comunque, questo libro non rappresenta che il nucleo d'un lavoro meglio ponderato, e più vasto e completo, cui attendo, con la speranza di poterlo dare, a suo tempo, alle stampe.

Roma, giugno 1893.

M. Cermenati.

Digitized by Google

Conferenza I.

L'ANTICHITÀ

La geologia è una scienza antica e moderna, a seconda del modo con cui la si vuol considerare. È una scienza affatto moderna, se s'intende per geologia quel complesso di nozioni relative alla terra, che, da un secolo a questa parte, si vanno svolgendo con metodi speciali e con intenti definiti; e cioè: quello studio precedente ed analitico delle condizioni morfologiche e fisiologiche attuali del nostro pianeta, con cui si assurge all'interpretazione comprensiva del suo passato. È una scienza, invece, antica, quant'è antica l'umanità, se si concede questo nome, come n'hanno diritto, ai molteplici e reiterati tentativi che l'uomo fece per darsi una spiegazione qualsiasi della costituzione della terra, e del come la terra e le sue parti siansi formate e modificate dai tempi remoti ai nostri dì.

Nel primo caso la geologia non potè nascere se non quando l'osservazione e l'esperimento avevano già dato

Digitized by Google

corpo positivo alle varie discipline naturali, comprese quelle scienze che indagano astrattamente i molteplici fenomeni presentati dai corpi. Nel secondo caso, invece, la geologia cominciò a far parte dello scibile umano non appena: per ricercare i metalli si aprirono le miniere e si esplorò l'interno delle montagne; per ottenere materiali da costruzione si iniziarono le cave; per trovare acqua potabile si scavarono pozzi, forando in più modi il suolo; per compiere imprese militari si perlustrarono i piani e le alture; per tracciare strade o canali si smossero i diversi terreni ond'è composta la parte della terra a noi accessibile; e via dicendo. Rovistando per tal modo l'interno delle formazioni rocciose, quei primi popoli dovettero necessariamente stupirsi non appena incontravano qualcuno degli innumerevoli avanzi degli animali che vissero un giorno e lasciarono fra le roccie le loro spoglie; e, com'è caratteristica dell'uomo anche il più rozzo ed arretrato, dovettero farsi una ragione di quanto appariva ai loro occhi. Così nascevano, dai residui dei mondi scomparsi, le prime concezioni intorno al passato del nostro pianeta, alla stessa guisa che, dai ruderi di questa splendida campagna di Roma, sorge tosto, nella mente di chi li contempla, il ricordo delle antiche costruzioni cui appartenevano.

Si può, adunque, stabilire che l'idea geologica è vecchia quanto qualsiasi altro portato dell'intelligenza dell'uomo, ed è solo la veste nuova con cui l'idea, dopo tanti secoli d'evoluzione, ci appare, che può far credere moderna quella scienza che dalla terra ha preso il nome.

M'è sfuggita troppo presto la parola *evoluzione;* e ciò mi obbliga, prima di entrare in argomento, a spiegare il titolo di questa mia chiacchierata alla buona; ossia, che

Digitized by Google

cosa io intenda col dire: *evoluzione* e *momenti storici delle scienze geologiche.* Spiegherò perchè uso le parole *evoluzione* e *momenti storici.*

Quanto al dire *scienze geologiche* e non semplicemente *geologia,* è perchè io ritengo che ormai la scienza della terra non possa più considerarsi come una sola disciplina. Essa è talmente vasta e frazionata, per metodi e per obbietti, che deve invece reputarsi un gruppo od una famiglia di scienze, coltivate a parte da studiosi speciali. È un complesso di discipline scientifiche riguardanti la terra, da paragonarsi all'altro gruppo distinto riguardante l'uomo: in altri termini, geologia ed antropologia sono due categorie di scienze, egualmente complesse ed applicate, che derivano dalla categoria madre e fondamentale delle scienze naturali. Io preferisco, quindi, di dire: scienze geologiche e scienze antropologiche, intendendole appunto come varie ed illimitate applicazioni delle scienze naturali, dirette ad illustrare due enti distinti: la terra e l'uomo.

I.

Tutte le scienze non sono opera d'un giorno; ciascuna di esse non è uscita come Minerva dal cervello di Giove; non fu la creazione immediata d'un genio solo, come la *Divina Commedia,* od il *Laocoonte,* od il *Lohengrin;* ma è stata l'opera faticosa di più secoli; si è lentamente sviluppata di generazione in generazione, con lavorìo, ora più, ora meno manifesto. Le varie generazioni, succedendosi le une alle altre, hanno acquisite le conoscenze degli antenati, per tramandarle ai nipoti, arricchite delle proprie osservazioni e modificate dalle progressive scoperte. Le

Digitized by Google

guerre di conquista e le migrazioni dei popoli diffusero i risultati delle varie civiltà, sia che i vincitori o gli immigranti importassero le proprie cognizioni nella nuova regione, come avvenne, ad esempio, nel medio evo per l'invasione musulmana; sia che i vinti o gli indigeni partecipassero ai nuovi venuti la propria coltura, come avvenne per l'invasione normanna. In questo modo la civiltà andò propagandosi, non soltanto cronologicamente su su pei secoli, ma eziandio in senso geografico, spostandosi da una regione all'altra. Non fu certamente uniforme il cammino; ora si ebbero soste più o meno lunghe; ora incertezze più o meno dannose; ora addirittura retrogressioni reali ed apparenti; ed ora invece slanci fortunati, rapidissime corse, che portarono avanti la scienza in un giorno, più di quanto poteva essere avvenuto da un secolo.

Ma tutto ciò non avvenne a casaccio; non derivò da semplici manifestazioni accidentali o da fenomeni improvvisi che sfuggono a qualsiasi interpretazione; bensì tutto fu l'opera di una catena continuata di cose, che andò sviluppandosi lentamente attraverso i secoli, procedendo dall'uno al multiplo, dal semplice al complesso. Ogni teoria apparve come discendenza più o meno palese delle precedenti, sulle quali le condizioni sempre mutantesi dell'ambiente dovettero di necessità apportare profonde e talvolta radicali modificazioni. Alla stessa guisa che, oggigiorno, la storia dell'umanità non è più quell'accozzaglia di eventi spettacolosi e di personaggi privilegiati, come s'usava scriverla una volta, bensì è uno studio logico e profondo dei varî popoli e delle varie epoche, ossia dell'umanità intera in relazione all'ambiente in cui visse;

Digitized by Google

così la storia delle scienze non deve più farsi come uno slegato catalogo bibliografico di autori e di libri, ma va seguita continuamente lungo le età umane e spiegata in ogni sua manifestazione colla conoscenza, direi quasi, dell'aria che bevve man mano, ricercando l'origine e la genealogia di ciascuna disciplina e di ciascuna teoria. A questo modo la storia d'una scienza appare come realmente s'è svolta, e cioè: come un fenomeno lento, continuato; come una pianta che, dopo aver messo le radici, seguitò ad ingrandire e ramificarsi sempre più.

Per legge generale l'evoluzione ammette un lento e progressivo perfezionamento, ed è ciò appunto che si verificò nella storia delle scienze: pur tuttavia si hanno durante il loro corso periodi di arresto o di aberrazione, e periodi di acceleramento rapido nello sviluppo.

Causa di queste oscillazioni nella marcia del pensiero e di quei voli felici con cui, spesse volte, il pensiero guadagnò in poco tutto il tempo perduto, furono i principali avvenimenti politici, religiosi e sociali; i ritrovati di nuovi mezzi di propagazione della coltura, e la scoperta di nuove terre illustrate dai viaggi. Numerosi esempî ci mostra la storia delle scienze in generale, e quella della geologia in particolare, del come abbiano potentemente influito i fatti politici, religiosi e sociali sull'evoluzione di una data idea: i torbidi causati dall'invasione eraclida nel Peloponneso; le imprese di Alessandro; la decadenza della Grecia e quella della potenza romana; la diffusione del cristianesimo e le invasioni dei barbari; il sorgere dell'islamismo e dell'influenza araba; le spedizioni delle crociate; la fondazione delle repubbliche e dei comuni, con cui fu segnata la fine del feudalismo, trasformando com-

Digitized by Google

pletamente la società; la riforma luterana che aprì la via alla critica del passato; la rivoluzione francese; e via dicendo, tutti sono avvenimenti che poterono molto, sia in senso negativo che in senso positivo, sullo sviluppo delle scienze.

Grande influenza ebbero pure sull'allargamento del pensiero scientifico le invenzioni di nuovi materiali per la scrittura, e, sopratutto, l'invenzione della stampa. Gli antichissimi scrittori usavano le molli tavolette d'argilla o di cera su cui scrivevano le loro storie, i loro poemi, la loro scienza: poscia si usarono le foglie di palma, oppure la seconda corteccia delle piante, finchè dall'Egitto furono esportati i papiri, che servivano magnificamente a formare, rotolati su sè stessi, enormi volumi. Ma un bel dì, un re d'Egitto, Tolomeo Evergete, visto che si faceva un consumo troppo grande di papiro, e temendone gravi conseguenze pel proprio paese, ne proibì l'esportazione. Forse s'usava fin d'allora, per capricci di monarchi o di ministri, a rompere i trattati commerciali! Ma ciò, anzichè un male, fu un bene per la scienza, giacchè a Pergamo s'inventò subito la pergamena, senza la quale, più robusta e più duratura del papiro, non sarebbero fino a noi pervenuti di certo tanti documenti dell'antica coltura. L'uso della carta ricavata dagli stracci di lana e di canapa non fu generalizzato in Europa che nel tredicesimo secolo dopo Cristo; apportatori di questa preziosa invenzione furono gli Arabi, i quali possedevano grosse fabbriche di carta a base di cotone greggio, ed alla lor volta avevano appresa l'industria nel conquistare il Turkestan, dove i Tartari, alla lor volta ancora, imitavano i Chinesi, che, da qualche secolo avanti l'êra

Digitized by Google

volgare, sapevano già confezionare diverse qualità di carta, mediante paglia, bozzoli, cenci pestati e la seconda corteccia del bambù. Come si capisce, l'uso della carta, che facilitò a tutti l'acquisto del materiale per iscrivere, dianzi costosissimo, tornò di grande vantaggio alla letteratura ed alla scienza. L'invenzione della stampa, infine, avvenuta verso la metà del secolo decimoquinto, per opera di tedeschi e di italiani, capitanati i primi da Giovanni Guttemberg di Magonza ed i secondi da Panfilo Castaldi di Feltre, portò addirittura la rivoluzione nei traffici librarî; sostituendo la rapidità, la precisione ed il buon mercato dei tipografi alla lentezza, agli spropositi ed al caro prezzo dei copisti, essa rese i tesori della scienza alla portata di tutti e ne assicurò l'eredità preziosa ai posteri.

Che dire poi della grande influenza che ebbero sulle discipline scientifiche e la scoperta dell'America e del Capo di Buona Speranza, e tutte le altre imprese ardite compiute dai naviganti d'ogni nazione? I viaggi ampliarono le idee, mostrarono nuovi orizzonti scientifici, provocarono utilissime comparazioni; rinnovarono insomma, dai piedi al capo, le vecchie scienze. E se la geologia si trovò d'un tratto, dopo lunga inerzia, spinta sulla via del progresso, che in breve tempo le fece toccare insperati trionfi, ciò è appunto dovuto ai viaggi reiterati, che, nel passato e nel presente secolo, effettuarono i geologi più rinomati, i veri riformatori della scienza di cui ci occupiamo, come ai tempi della civiltà ellenica e latina i più illustri filosofi avevano educato il loro genio a furia di visitare tutte le regioni incivilite d'allora.

Oltre a questi fattori d'evoluzione delle scienze, altri elementi entrano nella composizione di quel processo, che

Digitized by Google

abbiamo, per l'appunto, chiamato evolutivo. Correrei il rischio di far più ampia l'introduzione del resto del discorso, se qui volessi estendermi a ragionare in lungo ed in largo dell'evoluzione in genere delle scienze. Mi è giocoforza affrettare semplificando. Ho già avanzato il paragone fra una pianta e la storia d'una scienza, che, nel caso nostro, sarebbe la geologia. Se non si usasse del metodo evolutivo basterebbe, per farsene un'idea, il conoscere i rami estremi, portanti i fiori ed i frutti di questa pianta. Ma a noi preme di conoscere della pianta anche le radici ed il tronco: e non solo, ma ci occorre di analizzare, fino all'ultima cellula, anche i diversi tessuti che compongono i varî organi della pianta. Ed è così appunto che dovremo fare nel riandare a galoppo l'evoluzione storica delle scienze geologiche. Dovremo, cioè, cominciare con un esame del *substratum* in cui maturarono i primi germi della scienza della terra: vedere le prime fasi del loro sviluppo e poi seguirli passo passo in tutto il loro allargarsi, sia nello spazio che nel tempo. In altri termini, dovremo tracciare la genealogia delle varie idee geologiche, cominciando dai primi albori della civiltà e terminando cogli ultimi aneliti di questo nostro secolo meraviglioso. E vedremo come da un'idea geologica affatto generica e superficiale rampollino man mano altre idee, delle quali alcune ingrossano vie più, si approfondiscono, si trasformano e si scindono, mentre altre, sopraffatte nella gran lotta per la vita, si spengono per sempre. Ci si appresteranno per tal modo, anche nel regno delle idee geologiche, i tipi intermediarî, e qualche volta vedremo sorgere, per ritorno atavico, forme vecchie, in completa dissonanza coi tipi predominanti.

Digitized by Google

La grande influenza dell'ambiente sulle modificazioni delle idee apparirà chiara colle coincidenze dei grandi avvenimenti storici, e gli spostamenti topografici spiegheranno certe varianti, che altrimenti non sarebbero avvenute, sia per mancanza di confronti, sia perchè il punto d'osservazione d'una data cosa non avrebbe potuto mutare. E tali spostamenti topografici di un'idea equivarranno molte volte ad un progresso cronologico, giacchè riscontreremo, ad una stessa epoca, l'avanzamento scientifico di una regione sull'altra. È poi naturale che gli studî geologici risentirono enorme vantaggio dalle scoperte fatte nelle altre scienze naturali, delle quali la geologia è necessariamente una derivazione sintetica.

L'influenza dell'ambiente sul progresso dell'idea geologica è veramente un fatto degno di considerazione. La natura litologica e tectonica del suolo è la causa prima di tanti concetti di geologia. Gli antichi Egiziani e Caldei, abitando regioni alluvionali, si formarono, come vedremo, concetti prettamente nettunici, ossia, a base assoluta di acque. Gli abitatori invece dell'arcipelago greco e delle coste italiane, in presenza continua dei fenomeni vulcanici, formaronsi criterî inspirati all'azione possente e trasformatrice del fuoco. D'altra parte il suolo della Grecia, enormemente accidentato, costituito da strati assai dislocati e disturbati da frequenti dicchi vulcanici, non potè suggerire a' suoi abitatori quelle facili idee stratigrafiche che i terreni regolari del Giura, per esempio, poterono ispirare assai più tardi. Se alcuni filosofi greci assursero a concezioni paleontologiche veritiere, si fu perchè viaggiarono nelle varie parti del mondo allora conosciuto, e necessariamente capitarono in contrade molto ricche in

Digitized by Google

fossili. A questo proposito occorre osservare che i Greci citano di preferenza tra gli organismi fossili i pesci, provenienti specialmente dall'Asia Minore; ma con questo nome essi comprendevano tutti i prodotti marini in genere, e non soltanto i pesci propriamente detti.

L'Italia è il paese dove la paleontologia fece le sue prime armi, e ciò si capisce perchè da noi i fossili sono abbondanti, e nell'Appennino certi terreni sono così zeppi da rimanerne quasi isteriliti. L'idea poi che i fossili rappresentino specie estinte, nacque in quelle contrade, che, al pari della Germania e dell'Inghilterra, vantano i più antichi terreni fossiliferi, e quindi fan parere più evidente la diversità fra gli organismi attuali e quelli contenuti negli strati. Altre concezioni geologiche nacquero nei paesi ove predominano i fenomeni corrispondenti: così il Werner potè mettere fuori le sue belle teorie sui filoni, perchè risiedeva a Freiberg, centro d'una regione eminentemente metallifera. L'Hutton, al contrario, abitando la Scozia, regione classica per le antiche formazioni eruttive, cavò da esse le sue ardite concezioni geologiche, preludiando a quanto fu determinato più tardi col nome di metamorfismo. E così dicasi per tante altre teorie od ipotesi geologiche.

Oltre alla natura del suolo, contribuirono all'evoluzione della geologia gli avvenimenti dell'attualità, quali le inondazioni, le eruzioni vulcaniche ed i terremoti, nonchè le comete, i bolidi ed i più salienti fenomeni meteorici. Le tradizioni antiche dei diluvî si riannodano certo con avvenimenti analoghi. Le eruzioni sottomarine ed i terremoti suggerirono concetti plutonistici, sia nell'antichità come ai giorni nostri. Così il Maioli, impressionato dall'eruzione

Digitized by Google

che nel 1538 diede origine al Monte Nuovo, presso Pozzuoli, tirò fuori la sua teoria, secondo la quale i fossili trovansi disseminati sulla terra perchè vomitati dai vulcani. L'apparizione d'una nuova isola nel golfo di Santorino, avvenuta nel 1707, fu la causa determinante dello splendido sistema di Lazzaro Moro. L'inglese Whiston ideò la sua strana teoria della terra quando tutti erano ancora pieni di stupore e di paura per la notevole cometa del 1680. Allo stesso modo molti altri avvenimenti diedero origine a spiegazioni teoriche, attraverso le quali corse il filo evolutivo della scienza di cui ci occupiamo.

Ma, nella nostra ricostruzione ed indagine dell'albero filogenetico delle scienze geologiche, ci sarà facile distinguere nel *philum* diversi *momenti* di specialissima importanza. Questi momenti sono caratterizzati dall'allargarsi di una data idea o dal prevalere della medesima sulle altre, per cause diverse, quali: un evento politico, una scoperta importante, l'autorità personale di qualche scienziato, od un libro prettamente originale. Al momento corrisponde quasi sempre una scuola geologica, come quella che abbraccia l'idea dominante e la sostiene nella lotta contro le altre. Mi si permetta di dilucidare il mio concetto con un volgare paragone: nè più nè meno che coll'intendere questi momenti storici della geologia come i funghi che crescono sul terreno. Ai profani i funghi sembrano produzioni istantanee, nate spontaneamente in una notte, per virtù sola della terra opportunamente umettata. Così ai profani i momenti storici d'una scienza possono apparire come manifestazioni separate, che succedono di quando in quando per sola virtù di qualche genio creatore. Invece, alla stessa guisa che i funghi non sono che i frutti di un lungo

Digitized by Google

ed intrecciatissimo micelio, che serpeggia sotterra, e che li dà, non appena si presentano le condizioni propizie; così i momenti non sono che una semplice fioritura dell'idea ininterrotta, che giace nella coscienza umana, e che, nelle occasioni favorevoli, può uscire all'aperto, sviluppandosi ampiamente e rivestendosi di nuove e più belle forme. Ciò spiega perchè nessun portato dell'ingegno umano possa dirsi, con tutto il valore della parola, esclusivamente originale, ed invero, la storia ci dimostra come tutti i grandi pensatori abbiano avuto i rispettivi precursori, e come questi, alla lor volta, abbiano sviluppato intuizioni precedenti. Così, nel caso nostro, per citare un solo esempio, il Lyell, il caposcuola della teoria delle cause attuali, fu preceduto da un'infinità di geologi, a partire da Anassagora ed Aristotile venendo fino al Fuchsel ed al Prevost, locchè vedremo assai bene a suo tempo. È quanto, insomma, precisamente avviene delle specie organiche, delle quali nessuna è fissa ed immutabile, ma tutte derivano per evoluzione continua da esseri precedenti. Ed io, appunto, parlando di evoluzione e di momenti della geologia, non faccio altro che applicare di sana pianta alla storia della geologia il moderno criterio biologico. Con ciò credo di avere, se non completamente spiegato, almeno sufficientemente adombrato quanto costituisce il titolo del mio dire.

La storia — è frase vecchia — è maestra della vita. Ma io credo che l'applicazione migliore di questo dettame della sapienza antica si possa e si debba fare alla storia delle scienze. Ad uno scienziato è d'immenso profitto la conoscenza storica della disciplina che egli coltiva. Già il Cuvier aveva detto che « non v'ha scienza la cui storia

Digitized by Google

non sia utile agli uomini che la coltivano »; ma la storia delle scienze naturali è indispensabile ai naturalisti. Il nostro Brocchi, poi, diceva che la storia delle scienze dev'essere completa, poichè « non viene mai disutile di mostrare le vie che furono battute per giungere alla conoscenza della natura, e di svelare gli errori che fu necessario di combattere per rendere manifesta la verità ». Ed un terzo eminente geologo, il D'Archiac, sottoscrivendo a due mani alle asserzioni dei due sommi maestri, ben opinava paragonando la scienza ad un fiume; non si può bene conoscerla senza rimontarla fino alla sua sorgente. Colui che non conosce le speculazioni e le ricerche che hanno preceduto quelle dei nostri tempi e non sa quali differenti vie furono percorse o tentate prima di scoprire la vera, quegli rinuncia ad avere una giusta idea della propria scienza, e manca di quei sentimenti di giustizia, cui hanno diritto coloro i quali gli hanno preparata la strada. Sono queste le considerazioni che mi hanno fatto ardito, o signori, a parlarvi dell'evoluzione storica di quel vasto àmbito di scienze, entro cui tengo modestamente il mio posticino.

In questa tavola vi presento riassunto, in modo grossolanamente schematico, quanto formerà oggetto del mio dire; e poichè lor signori si spaventeranno certamente, e con ragione, nel veder tanta legna pronta ad essere messa sul fuoco, mi affretto ad avvertirli che dividerò in tre conferenze questa mia trattazione, rimandando ad altri giovedì le altre parti. L'argomento è vastissimo e dovrebbe esser trattato, non in tre ore soltanto, sibbene in un corso intero di lezioni. Ma noi dobbiamo stare alla moda dei tempi: oggidì tutto si fa coll'elettrico e col vapore, e con

Digitized by Google

la stessa rapidità debbono farsi le conferenze. Epperò noi, colla velocità con cui si manda un dispaccio, percorreremo, in ordine ascendente, la stratificazione immensa di trenta secoli di lavoro umano, per seguire il filo evolutivo delle scienze geologiche. Eppoi: ci sono tanti estratti, di carne per esempio; perchè non ci dovrebbero essere anche gli estratti di conferenza? Sarà dunque della categoria degli estratti anche la mia, e se, per sfortuna, sarà un estratto cattivo, vi chiederò scusa e getteremo tosto il vasetto dove si merita.

Oggi tratteremo di quanto si può dire il periodo antico, embrionale, dell'evoluzione delle scienze geologiche; e cioè: del cosmogonismo orientale e del geogonismo greco.

II.

Le prime civiltà umane ci si presentano infiammate dal desiderio e dallo zelo di darsi immantinente una spiegazione dei fenomeni naturali che le circondano. Esse non pensano ad indagare, a studiare, ad analizzare: vogliono gli estremi addirittura di quanto è possibile alla mente umana di concepire. Sono, se così mi permettete di esprimermi, come bambini ancora attaccati al capezzolo materno, che pretendono la licenza liceale od un diploma professionale, senza aspettare di percorrere il lungo tirocinio sui banchi delle scuole e sulle pagine dei libri. Epperò si appassionano senz' altro nelle questioni di principio e di finalità, spinti a ciò dal bisogno di soddisfare il proprio esagerato sentimento religioso, cui vanno subordinando ogni concezione della mente. Per conseguenza il loro pensiero non ha carattere, nè filosofico, nè scientifico: è una

Digitized by Google

semplice affermazione religiosa, con tutto il corteo de' suoi miti e de' suoi assurdi.

Allo stesso modo che ciascun uomo nasce e muore, e cogli uomini gli organismi tutti, quei primi geologi, se così possiamo appellarli, volevano sapere addirittura come la terra fosse nata e come avrebbe dovuto un giorno finire. Per conseguenza sforzavano la limitatissima nozione ch'essi avevano dei fenomeni naturali a concepire una sintetica spiegazione dei fenomeni stessi. L'universo apprestavasi a loro come un tutto inscindibile, che doveva aver avuto un principio ed aspettava una fine; principio e fine che, con leggiera fatica di fantasia, potevano immaginare, accomodandosi in esso come alla somma di tutte le conoscenze necessarie all'umanità. Così la geologia assumeva carattere di cosmogonia: ma di una cosmogonia affatto semplice, rudimentale, puerile; una cosmogonia che si accontentava di poco e non appariva, in definitiva, che l'opera miracolosa di una o più divinità superiori. Mancando lo studio dei fatti, quella cosmogonia non aveva necessariamente alcuna veste scientifica: era una pura speculazione della fantasia umana, il portato necessario di una civiltà bambina, che, nel mondo circostante, non sapeva discernere i fenomeni, classificare i prodotti, scoprire le varie leggi.

Però, esaminando quelle prime speculazioni intorno all'universo, possiamo già intravedere due grandi sistemi opposti. Un sistema portava a credere che il mondo fosse stato creato *ab aeterno,* e tale si fosse conservato fino ai giorni nostri, per durare sempre così parimenti in eterno. Un altro sistema, invece, tendeva a scoprire nel corso della vita del mondo una sequela di variazioni rivoluzio-

Digitized by Google

narie, che ne avrebbero variato continuamente l'aspetto. È quest'ultimo che può avere qualche interesse per noi, come quello che prelude già alle idee geologiche, e ad esse va sempre più avvicinandosi, man mano che l'idea cataclistica si restringe alla terra e scorge i fattori delle rivoluzioni nei varî elementi terrestri. Ma lo spirito ancora troppo sintetico di alcuni di quei primi speculatori, anzichè lasciarsi guidare dalla naturale evoluzione delle idee, che porta a suddividere e moltiplicare, preferì restringere ed unificare, raggruppando in una sola quelle rivoluzioni, che più esattamente erano in prima apparse molteplici. Ecco perchè, invece di allargarsi, l'idea delle rivoluzioni telluriche amò concentrarsi, in certe cosmogonie, nell'idea di un solo e grande cataclisma, che ad una determinata epoca avrebbe scombussolata e trasformata la faccia della terra.

L'Oriente, come tutti sanno, è la sede delle più antiche civiltà, e fu appunto nell'Oriente che sorsero le prime idee cosmogoniche, assieme a tutti gli altri portati dello spirito umano. Una civiltà che visse quasi completamente a sè, mantenendosi isolata, chiusa nelle proprie barriere geografiche, è la chinese, la cui remota antichità è positivamente accertata. Mi manca il tempo per ricordarvi, anche per sommi capi, lo sviluppo enorme di questa civiltà, che diede alle scienze naturali un corredo non indifferente di osservazioni e di scoperte, a cominciare dal Fo-Hi, vissuto nel trentatreesimo secolo avanti Cristo, che raccolse nel primo libro dei *Kings* tutto il sapere de' suoi tempi, sino all'imperatore Chin-Tsong, vissuto nel sesto secolo dopo Cristo, il quale fece raccogliere tutto quanto si sapeva in fatto di scienze naturali nei 52 libri del

Digitized by Google

Penthsao-Kang-Mou, coll'intermezzo doloroso di quel birbante d'un Tsing-Chi-Hoang-Ti, il quale fe' bruciare tutti i libri e perseguitò crudelmente gli studiosi. Mi basterà accennarvi come nelle tradizioni chinesi trovasi fatta menzione di un grande cataclisma diluviale, il quale sarebbe avvenuto nel ventiquattresimo secolo avanti Cristo, durante il regno di Yao. Molto probabilmente tal cataclisma derivò da una grande inondazione del fiume Giallo, ed a credere ciò inducono gli annali chinesi, ove si legge che quel diluvio rovinò tutti i lavori agricoli, e lo stato primitivo delle campagne si potè avere solo dopo che il saggio ministro Yu ebbe fatto aprire nove grandi canali, i quali favorirono il ritiro delle acque.

Oltre ai Chinesi, che, come dissi, si mantennero isolati nel loro sviluppo, altri parecchi popoli orientali vantano una civiltà remotissima, in seno alla quale si svilupparono le idee cosmogoniche. Ma questi popoli, anzichè presentarcisi isolati, ciascuno vivente per conto proprio, come la China, ci appaiono in relazione fra di loro, o per dispute di dominio, o per scambî commerciali, o per trattati d'alleanze, o per cento altri motivi di contatto. Di conseguenza la loro storia si fonde in molte occasioni, la loro civiltà si sovrappone più volte, e l'un popolo toglie all'altro, e si assimila modificandole, le varie nozioni filosofiche e scientifiche.

Io non ho bisogno di ricordare a così eletto uditorio come la storia di questi popoli orientali si conosca oggigiorno in modo abbastanza completo, e vada perfezionandosi vie più grazie alle continue scoperte di monumenti, alla interpretazione sicura delle antichissime lingue, ed alla comparazione delle medesime colle moderne. Tutti

Digitized by Google

sanno gl'immensi progressi che si son compiuti in questo nostro secolo negli studî orientali. Una volta la storia dell'Oriente antico non si conosceva che per la doppia tradizione classica ed ebraica, ossia degli scrittori greci o latini, e della Bibbia; e, come di leggieri si comprende, troppe erano le lacune e le incertezze, troppi gli errori e gli svisamenti, che ne venivano nel costruire la storia sovra così imperfetti e monchi documenti. La quale storia poi, combinata alla meglio per via indiretta, quasi riflessa da specchi difettosi ed alteranti le figure, non dava che una pallidissima idea degli eventi e della coltura di quei popoli venerandi. Oggigiorno, invece, si sono accumulati tanti e così importanti materiali di studio, che la storia dell'antico Oriente si può fare in via diretta e con vera critica positiva; la scoperta, fatta dai Francesi nel 1799, del famoso monumento della Rosetta, le cui inscrizioni in egizio ed in greco diedero la chiave della scrittura geroglifica e portarono a conoscere la ieratica e la demotica; gli studî in posto dei monumenti di Assiria e di Babilonia, iniziati nel 1842 dal Botta, figlio allo storico italiano, e proseguiti da una falange di dottissimi archeologi, i quali arrivarono a decifrare perfettamente i varî sistemi dell'alfabeto cuneiforme; ed infine la comparazione linguistica derivata dalla sempre più perfezionata conoscenza del sanscrito, la lingua classica dei sacerdoti indiani, sono i tre fattori capitali di quel rinnovamento della conoscenza storica dell'antico Oriente, che resterà, fra i tanti meriti del secolo decimonono, uno dei più eminenti e più duraturi.

I principali e per noi più importanti popoli di questo Oriente spettacoloso, che ogni giorno sollevasi sempre più dalla sua tomba a meravigliare le generazioni attuali,

Digitized by Google

sono gli Egizî, gli Assiro-Babilonesi, gli Ebrei, i Medo-Persi e gli Indi. L'ordine col quale li ho enumerati è quello del tempo con cui ciascuno di essi s'affaccia alla storia con documenti sicuri ed ineccepibili; non quello certamente della loro assoluta antichità, che per tutti si perde nelle più dense caligini dei secoli. Nella coltura di ciascuno di essi hanno larga parte quelle questioni cosmogoniche che, come ho premesso, costituirono il *substratum* sul quale attecchirono e prosperarono le ulteriori conoscenze geologiche. Ma tali questioni non erano, come si direbbe attualmente, di pubblico dominio; la casta sacerdotale ne aveva, per così dire, la suprema privativa; essa sola le coltivava e le manipolava, non lasciandone trapelare alle altre caste che quel tanto il quale bastava a consolidare ciò che a loro premeva sovra ogni cosa, e cioè, l'assoluta dominazione delle genti. Così vediamo fin dai primi momenti della scienza quella perniciosa influenza delle brighe religiose, che dovremo purtroppo constatare predominante in tutta la lunga evoluzione delle discipline geologiche.

La cosmogonia egiziana ammetteva parecchie rivoluzioni periodiche nel corso dei secoli, le quali rinnovavano continuamente la faccia del mondo. I particolari di questa teorica si trovano disseminati nei pochi libri che ci restano tuttora di quegli scrittori greci che modellarono la propria sulla cultura egiziana, e riportarono dall'Egitto tutte le conoscenze e le spiegazioni relative ai fenomeni naturali. Da tre libri principalmente si possono attingere notizie in proposito, e cioè: dal *De defectu oraculorum* di Plutarco, dal *De die natali* di Censorino e dal *Timeo* di

Digitized by Google

Platone. Appare da queste opere che i preti egiziani ammettevano lunghi periodi di tranquillità sulla terra, separati fra di loro da grandi ed universali conflagrazioni. S'intende che di tutto ciò n'erano autrici le divinità celesti, le quali, dopo essersi prese il gusto di distruggere il mondo, si davano la pena di rifabbricarlo immantinente. Ma una legge astronomica regolava il verificarsi dei grandi cataclismi, il cui ritorno era determinato dal così detto *grande anno;* ciclo che si componeva delle rivoluzioni del sole, della luna e dei pianeti, e si chiudeva ogniqualvolta questi tornavano al punto, donde supponevansi partiti in epoca remotissima. La durata di questo ciclo era diversamente valutata, oscillando, secondo i varî calcoli, dai 120 mila ai 360 mila anni. In generale tali catastrofi supponevansi prodotte dall'acqua, la quale, riversandosi a grandi diluvî, dissolveva le masse rocciose della terra ed annientava tutti gli organismi, l'uomo compreso, che vivevano sulla stessa al momento della catastrofe. Il concetto igneo, io credo, fu portato in seguito agli Egiziani dagli Ellenici, coi quali cominciarono ad iniziare rapporti verso la metà del settimo secolo avanti Cristo, sotto il regno di Psammetico.

D'altra parte si capisce facilmente perchè gli Egizî ricorressero all'acqua per ispiegare le rivoluzioni del mondo. Il Nilo, colle sue piene periodiche, le quali, dopo aver invaso tutti i piani coltivati ed averli ricoperti col suo fango, li lasciano più fertili di prima, doveva necessariamente portare ne' suoi abitatori l'idea di periodiche conflagrazioni acquee, che, dopo aver distrutto tutto quanto v'era sulla terra, inauguravano un'êra nuova, più felice della precedente. Infatti i preti egiziani solevano predicare che la

Digitized by Google

catastrofe avveniva quando l'umanità, degenerando, entrava nell'età del ferro; finita la catastrofe, gli dei ristabilivano l'età dell'oro, e chiamavano nuove genti a fruirne. In conclusione adunque, spogliando la teorica dei sapienti dell'Egitto di tutti i fronzoli di puro interesse religioso, noi vi troviamo già i germi di un vero concetto geologico, e cioè: dei cambiamenti che la terra deve aver subìto nei tempi remoti. Questo concetto dovette nascere in quei primi osservatori, non solo dallo spettacolo diuturno del Nilo, ma eziandio dallo studio diretto del proprio suolo, che si presentava coi caratteri evidenti di un deposito acqueo, pregno di residui d'organismi scomparsi. E che infatti gli Egizî avessero per tempo presa conoscenza dei fossili, ce ne assicura Erodoto, il quale riferisce come i preti egiziani, avendo riscontrate nella propria terra molte conchiglie, pensassero a remotissime invasioni acquee sul continente. Il Nilo, poi, mostrava loro come possono aver luogo depositi di terreni, e ciò bastava a confermarli nella loro ipotesi cataclistica a base nettunica.

La stessa cosa avvenne per quanto si potrebbe dire — sempre sceverando il nocciolo serio dall'involucro mitico — la cosmogonia dei popoli assiro-babilonesi. Questi popoli, la cui origine e la cui storia è molto complicata, tanto da non potersi riassumere in poche parole, ebbero appunto una cosmogonia nettunica, ispirata dai fenomeni dei due grandi fiumi, l'Eufrate ed il Tigri, tra i quali estendevasi la loro contrada. Scoperte affatto recenti hanno messo a giorno la cosmogonia degli abitatori mesopotamici, che giacque per tanti secoli nascosta nel suolo, impressa sulle tavolette d'argilla della meravigliosa biblio-

Digitized by Google

teca del re Assourbanipal. Imperocchè bisogna sapere che ai tempi di Ninive e di Babilonia, le possenti città che riempiono tuttodì di meraviglia colle loro grandiose rovine, usavansi già le biblioteche; o meglio, raccoglievansi in appositi palazzi enormi pile di tavolette d'argilla, cotte al sole o nei forni, sulle quali stava impresso, nella scrittura cuneiforme, tutto lo scibile d'allora. Infiniti avanzi di biblioteche siffatte furono rinvenuti dagli studiosi assiriologi, e, decifrati attentamente, hanno offerto molti e nuovissimi materiali per ricostruire le storie, le credenze e la letteratura di quei popoli antichissimi.

Come ho detto, la biblioteca più grandiosa e più completa che venne scoperta apparteneva al re Assourbanipal, il quale aveva fatto appositamente copiare tutto quanto si sapeva a' suoi tempi. Or bene: le tavolette finora interpretate hanno già rivelato come in Mesopotamia si coltivassero le scienze d'osservazione, e fra queste l'astronomia, per la quale c'erano templi appositi, ove si teneva accurata nota di tutti i fenomeni celesti. I lavori molteplici e complicati d'irrigazione di cui parlano quei preziosi mattoni; i paesi, le montagne ed i fiumi, che sovr'essi sono indicati con mirabile precisione; gli animali e le piante che vi appaiono secondo un certo qual ordine sistematico, tutto dimostra anche come non mancassero alla civiltà mesopotamica i sani criterî d'esplorazione dei terreni ed i fondamenti delle scienze geografiche e naturali. È lecito supporre che quei popoli, nello scavare le argille di cui erano unicamente costruite le loro città, e nel tagliare in più sensi le pianure alluvionali e le colline terziarie di cui consta la loro regione, siansi frequentemente imbattuti in fossili evidenti, sia per la forma, sia per la mole. Quei fossili

Digitized by Google

dovettero naturalmente colpire la loro fantasia, e poichè vedevano i loro fiumi deporre continuamente materiali simili a quelli del suolo che andavano esplorando, così dovettero spontaneamente assurgere, come gli Egizî, ad una idea cosmogonica fondata sul nettunismo. Infatti, nella prima delle tavolette che narrano la creazione del mondo, si accenna ad un gran mare caotico, ad una immensa unità acquea che fu la matrice dell'universo intero.

Ma la rivelazione più importante delle tavolette di Ninive è stata quella del diluvio, la quale ha mostrato patentemente come il diluvio noetico non sia stato altro che una reminiscenza di quello mesopotamico. Ed invero s'è trovato su quelle tavolette il racconto di un diluvio universale, i cui particolari concordano perfettamente con quelli contenuti nel racconto biblico, tranne alcune leggiere varianti, che i diversi redattori della Bibbia dovettero necessariamente apportarvi. Lo stesso dicasi degli altri diluvî che si riscontrano nelle tradizioni dei popoli primitivi, egizî, indiani, greci e siriaci, i quali diluvî appaiono tutti come ricordi più o meno sentiti della tradizione mesopotamica. In poche parole il racconto di quel diluvio è il seguente, che concorda in molti punti anche con quello di cui ci ha tramandato notizia il sacerdote babilonese Beroso, vissuto due secoli e mezzo avanti l'era nostra. Hasis-Adra, abitante la città di Surippak sull'Eufrate, è avvertito da Ea, dio del mare, che un gran diluvio è imminente, e quindi provveda con un naviglio a salvarsi colla propria famiglia ed i proprî beni. Hasis-Adra accetta il consiglio e poco dopo avviene il diluvio; Ramman, dio dell'atmosfera, fa scoppiare i suoi tuoni; s'alzano turbini orrendi, i canali straripano e le onde marine si

Digitized by Google

gonfiano fino al cielo; contemporaneamente gli Anunnaki, spiriti delle profondità, fanno uscire le acque sotterranee. In brev'ora tutti gli uomini son distrutti; gli dei stessi, spaventati dall'evento, si rifugiano nelle parti più alte del cielo presso il loro collega Anu. Il cataclisma dura sei giorni e sette notti; quindi la tempesta si calma, il mare decresce, ed il naviglio d'Hasis-Adra resta a secco su una collina dei dintorni di Nizir. Dopo essersi assicurato che la terra è libera dalle acque, inviando successivamente in ispezione una colomba, una rondine ed un corvo, il fortunato uomo esce all'aperto colla sua famiglia ed offre un sacrificio agli dei. Sulle prime il dio Belo, che ha causato il diluvio, s'arrabbia nel vedere i superstiti; ma Ea lo calma, mentre la deessa Istar distende per l'aria l'arcobaleno. Belo promette che non produrrà più diluvî, pur riservandosi di punire gli uomini con altri mezzi, e conferisce ad Hasis-Adra ed alla sua moglie la dignità divina.

Tanta preziosa scoperta ci porge quindi il modo di dare finalmente una seria spiegazione scientifica di quel benedetto diluvio, che, come vedremo in seguito, è stato un argomento di geologia masticato per ben quattro secoli. Il Suess, professore di geologia all'università di Vienna, ha dato pel primo, appoggiandosi sui nuovi documenti venuti alla luce, siffatta spiegazione, secondo la quale il diluvio sarebbe stato semplicemente un terremoto, che interessò la valle dell'Eufrate in fondo al golfo Persico. Molte scosse con forti boati lo precedettero, producendo parziali invasioni del mare sulla terra (avvertimenti di Ea); al maggiore parossismo il suolo si fendette in più punti e n'uscirono le acque sotterranee, come succede sempre nei terremoti che scuotono i terreni alluvionali e le re-

Digitized by Google

gioni dei delta. Contemporaneamente un forte ciclone entrò nel golfo, sollevando le onde e spingendole con veemenza sul continente, mentre dal cielo si precipitavano piogge torrenziali. A questo modo si spiegano plausibilmente tutti i particolari della tradizione, compresi i più minuti, ed il Suess conforta le sue asserzioni con abbondanti esempî, tratti dai terremoti in contrade analoghe alla Mesopotamia. Si osserva per di più come i particolari del racconto fatto da Hasis-Adra al suo nipote Izdubar siano molto più verosimili e conformi ai fatti naturali, che non quelli contenuti nel racconto noetico, necessariamente alterato di tradizione in tradizione. In ultima analisi il così detto diluvio universale si ridusse ad un gran ciclone proveniente dal golfo Persico ed accompagnato da un terremoto; quindi fu un fenomeno locale, limitato alla porzione di terra fra l'Eufrate ed il Tigri; e l'epoca in cui avvenne, se non può stabilirsi con cifre sicure, è certamente storica, e non geologica, come si volle per tanto tempo e si vuole tuttora da qualche ignorante ostinato. Insisto su questo fatto, e desidero sia ben fisso nella memoria de' miei uditori, giacchè in seguito, nel corso evolutivo delle scienze geologiche, vedremo tornar di moda il diluvio e dar luogo ad una infinità di dispute e di ricerche.

Dalla cosmogonia mesopotamica deriva adunque la cosmogonia mosaica, quella, cioè, che caratterizza il popolo ebreo, il quale ebbe nell'antichità una grande importanza politica e religiosa, ma ben poco s'occupò di arti e di scienze, in confronto delle contemporanee civiltà asiatiche. Questo popolo provenne appunto da tribù nomadi che lasciarono le regioni dell'Eufrate, passando gradatamente a

Digitized by Google

stabilirsi in Egitto. Quivi dimorarono circa cinquecento anni, sempre sottomessi a dura schiavitù, finchè non sorse il grande condottiero Mosè, il quale, messosi alla lor testa, li guidò, attraverso le più dolorose peripezie, a conquistare le regioni del Giordano e del mar Morto. Mosè morì nel sedicesimo secolo avanti Cristo, e dopo d'allora gli Ebrei ebbero fortunose vicende, dipendenti da intestine discordie e dalle lotte continue, che dovettero necessariamente sostenere colle genti, cui si erano sovrapposti. Al principio del secolo undecimo avanti Cristo si elesse il primo re d'Israele, Saul, cui successero Davide e Salomone, fino alla scissione nei due regni d'Israele e di Giuda, i quali vennero poi sottomessi il primo dagli Assiri (ottavo secolo avanti Cristo) ed il secondo dai Babilonesi (sesto secolo avanti Cristo). Più tardi risorsero di nuovo gli Ebrei; ma, decadendo sempre più, finirono per morire politicamente. E d'allora in poi non vissero che d'una vita religiosa, ma fortemente tenace, e resisterono ai secoli, sparpagliandosi su tutto il mondo, come foglie di un grande albero disseminate dal vento.

Tutta la scienza dell'antico popolo ebreo è condensata nella Bibbia, e più specialmente in quella parte dell'antico Testamento detta il *Pentateuco,* perchè costituita dai cinque libri: Genesi, Esodo, Levitico, Numeri e Deuteronomio, i quali soglionsi dire di Mosè, reputandosi scritti da lui. Invece la critica moderna ha dimostrato come siano parecchi gli autori del Pentateuco, e come le parti più antiche del medesimo non sorpassino l'undecimo secolo avanti Cristo. Fu solo nel 900 avanti Cristo che si cominciarono a raccogliere alcune leggende del popolo ebreo; verso l'anno 825 un profeta del regno d'Israele

Digitized by Google

pubblicò il documento Jehovista e, quasi contemporaneamente, un prete di Gerusalemme, nel regno di Giuda, mise fuori il documento Elohista; nel 623 i preti Helkiah e Geremia composero il Deuteronomio; nel 442 il dottore della legge Esdras compose il Levitico; tra il 400 ed il 300, infine, si fusero i due documenti della Genesi e si diede al Pentateuco la forma attuale, contandone persino le lettere, affinchè non potesse venire in seguito alterato. Verso il 275, in Egitto, settantadue ebrei tradussero in greco la Bibbia, per il che si disse dei *settanta;* al principio del quinto secolo della nostra êra san Gerolamo la tradusse in latino, e questa traduzione si disse la *vulgata;* verso il 1250 il cardinal Hugues la divise in capitoli; nel 1445 il rabbino Mardocheo Nathan divise i capitoli in versetti, e nel 1621 il frate francescano Calasio vi apportò gli ultimi perfezionamenti. Tali furono le fasi di formazione di quel monumento venerabile ch'è la Bibbia; e Mosè, come si vede, non c'entra per nulla affatto.

La parte scientifica della Bibbia non è, adunque, che una ripetizione delle idee mesopotamiche, e fors' anche di altre civiltà, colle quali l'antico popolo ebreo ebbe contatti. La Genesi, oltre al diluvio, tolse alla cosmogonia assiro-babilonese anche il concetto della creazione del mondo in sei giorni, come fu accertato dalle recentissime scoperte. Lo stesso dicasi di quelle altre poche nozioni di carattere geologico, che nella Bibbia si riscontrano, senza che vi appaia l'aggiunta di originali idee. È però giustizia il ricordare come ai tempi di Salomone si coltivassero con certo qual successo presso gl' Israeliti alcune di quelle scienze d'osservazione, che portarono più tardi la materia prima per inalzare l'edificio della vera geologia.

Digitized by Google

Ma le notizie che si hanno in proposito sono molto incomplete, e bisognerebbe giocar troppo di fantasia per commentarle.

Fra la civiltà chinese e le varie civiltà che si andavano sviluppando nell'Asia occidentale e nell'Egitto, sorsero le civiltà indiana e medo-persiana. Nelle regioni centrali del continente asiatico ebbe sede quel ceppo etnico degli Aryas, buona parte dei quali immigrò in Europa ad originarvi i popoli italici, ellenici, celtici, germanici e slavi. Da quelli rimasti nel paese originario si staccarono in seguito due altre correnti di emigranti: l'una andò a stabilirsi sul grande altipiano dell'Iran e l'altra nel bacino dell'Indo, originando così due diversi popoli, e cioè gli Irani, parlanti la lingua zenda, e gli Indi, parlanti il sanscrito. I popoli iranici, alla lor volta, si divisero più tardi in due altre correnti d'emigrazione; l'una volse a sud-ovest originando i Persiani, l'altra verso ovest originando i Medi. Gli Iranici ebbero in origine una religione unica, a loro insegnata da Zoroastro; ed i principî di essa trovansi compendiati nello *Zend-Avesta,* di cui giunsero a noi alcuni frammenti. In seguito i Medi la modificarono sensibilmente e diedero luogo al cosiddetto *magismo,* nome derivato dai magi, casta sacerdotale intermediaria fra la divinità e l'uomo, e predicente il futuro; i Persi invece conservarono più pura l'originaria religione, detta *mazdeismo,* dall'appellativo zendo della divinità. È difficile il cavare da questa religione un concetto cosmogonico completo, quantunque si debba supporre che i magi avessero una estesa conoscenza dei fenomeni naturali. Pare anzi che, presso i Persiani ed i

Digitized by Google

Medi, si fosse già fatta una certa separazione fra ciò che doveva essere legge religiosa e ciò che era conoscenza scientifica. Quest'ultima probabilmente venne da loro coltivata a parte, come risulterebbe da alcuni scritti arabi del decimo secolo dell'êra nostra, in cui si accenna a carte geografiche e scritti scientifici di sapienti persiani di venti secoli addietro. Ad ogni modo la teologia avestana ci mostra come presso gl'Iranici fosse tenuto in grande onore il fuoco, simbolo di Ormuzd, dio del bene e della scienza; e questo fatto forse può interpretarsi come una tendenza plutonica, piuttostochè nettunica, della cosmogonia medo-persiana. Ma ciò che di tutta la coltura persiana interessa più direttamente la geologia, è un manoscritto dello storico Ferishta, fortunatamente conservato fino a noi. Ivi si legge che nel quattordicesimo secolo avanti la nostra êra compieronsi in Asia grandi lavori di scavi per unire le acque di varî fiumi. In uno di questi scavi, operato precisamente per congiungere i fiumi Selima e Sutlej, furono impiegati cinquantamila operai, i quali, nel tagliare una collinetta, ritrovarono un'infinità di ossami, in parte naturali ed in parte pietrificati. Questo ci spiega come fin da quei tempi l'attenzione degli studiosi fosse caduta sui fossili, e come questi certamente siano stati i determinanti delle cosmogonie primitive, come più tardi, meglio interpretati, lo furono dell'intera geologia.

La cosmogonia degli Indi si assomiglia molto a quella dei popoli mesopotamici ed egiziani. Sappiamo tutti che nello sviluppo storico-religioso della civiltà indiana si contano tre periodi: il vedico, il brahmanico ed il buddico. Del più antico c'informano i *Vedas,* raccolta di inni

Digitized by Google

e di tutto quanto concerne la primitiva religione degli Indi. Del secondo, che incomincia colla riforma spirituale delle divinità materiali dei Vedas, operata dai bramani, troviamo notizia nel gran codice detto le *leggi di Manou.* Il terzo periodo s'inizia col secolo sesto, quando, per reazione contro i bramani fattisi dispotici ed intolleranti reggitori di tutta l'India, il principe Gautama, soprannominato Budda, che vuol dir sapiente, cominciò a predicare la nuova dottrina religiosa, che prese il nome di *buddismo.* A noi interessa maggiormente il codice di Manou, giacchè vi si contiene, fra l'altre cose di rito religioso e d'ordinamento sociale, un sistema della formazione del mondo. Il carattere di questo sistema è appunto prettamente nettunico e cataclistico. Infatti la terra ferma, secondo gli Indi, sarebbe sorta dalle acque per volere di Brahma, il quale, prima d'ogni cosa, avrebbe creato il liquido elemento. Più tardi una generale conflagrazione annientò il mondo trasformandolo in un oceano caotico, dal quale risorse la terra dopo il ritiro delle acque operato da Vishnu, divinità secondaria avente l'ufficio di conservare le cose. Consimili conflagrazioni ripeteronsi più volte, alternandosi con periodi di tranquillità, detti *manwantaras.* Ciò prova come anche gli Indi avessero presa conoscenza dei principali fenomeni geologici del proprio suolo e ne avessero fatto, come tutti i popoli primitivi, oggetto di speculazione religiosa.

Degli altri popoli dell'antichità non occorre parlare perchè troppo poco possiamo sapere delle loro conoscenze geologiche, e quel poco non offre neppure sufficienti garanzie.

Digitized by Google

Concludendo, adunque, dobbiamo dire che l'idea principale della geologia, che è quella delle trasformazioni subìte dalla terra nei tempi andati, si trova già, benchè mascherata da mille formole speciali, imposte dalle varie religioni, nelle antiche cosmogonie orientali, il carattere delle quali è in genere nettunico, tranne, come s'è visto, la cosmogonia iranica. Se tutte le opere di quelle remote civiltà avessero potuto giungere fino a noi certamente vi riscontreremmo opinioni geologiche più precise, ma, in mancanza di ciò, dobbiamo accontentarci di congetture generali.

III.

Dalle confuse e puerili cosmogonie delle prime civiltà si passa gradatamente, col sorgere di popoli a noi più vicini, a concetti geogonici più consoni alla natura dei fatti. Ma l'evoluzione è lentissima, e le idee vecchie persistono, come antiche quercie in mezzo al pullulare dei giovani rampolli. Il problema eziologico tormenta ancora l'intelligenza umana, ma il bisogno di osservare prima di spiegare si va facendo più vivo e forte, man mano che le vedute si allargano e le scoperte si moltiplicano. Vediamo quindi la civiltà ellenica iniziare un più largo sistema di ricerche, pur mantenendo le concezioni generali ereditate dai popoli più antichi. Alle fantasticherie sull'origine del mondo s'incominciano a preferire le speculazioni intorno ai cambiamenti che la terra deve aver subìto nei tempi andati; e queste speculazioni portano di conseguenza a ragionare più attentamente sui fenomeni attuali che la terra presenta. Per tal modo i Greci inaugurano quella parte della geologia che si occupa dell'attualità, e si sforzano in qualche

Digitized by Google

modo di indovinare le forze che agiscono sul pianeta, nel tempo istesso che di questo ricercano la forma e vanno discoprendo i particolari geografici. Ma non basta. Un nuovo criterio apportano i Greci nelle speculazioni geologiche, e cioè il criterio plutonico, che manca alle antiche cosmogonie, se si eccettua, come abbiam visto, la dottrina di Zoroastro. E si capisce. Alla stessa guisa che gli Egizî e gli Assiro-Babilonesi, abitando regioni fluviatili per eccellenza, fecero dell'acqua l'elemento creatore d'ogni cosa, i Greci, assistendo continuamente ai fenomeni vulcanici dell'arcipelago greco e delle coste d'Italia, dovettero pensare anche al fuoco, come fattore di roccie e capace di rivoluzioni telluriche. Nè sfuggì il criterio paleontologico ai filosofi greci, i quali diedero subito dei fossili la spiegazione più naturale e più prossima al vero.

Insomma, durante la civiltà greca la geologia cominciò a purificare le favole cosmogoniche dell'Oriente; cominciò ad interessarsi direttamente più della terra che del restante dell'universo; cominciò a tener calcolo dei fossili e precisare meglio il criterio nettunico col supporre le invasioni marine sui continenti; cominciò, infine, a ricercare la ragione dei varî fenomeni di fisica terrestre, ed a riconoscere tra questi le forze vulcaniche come potenti fattori dei cambiamenti terrestri. Naturalmente regnarono ancora incertezze gravissime e spropositi imperdonabili; ma se fosse possibile di stacciare, per così dire, tutta la filosofia naturale lasciataci dai Greci, si potrebbero senza dubbio raggranellare buoni elementi per mettere assieme un sistema geologico abbastanza completo e preciso. Siamo dunque passati, per lenta evoluzione, dal fantastico cosmogonismo orientale al positivo geogonismo greco.

Digitized by Google

Le popolazioni elleniche, dapprima selvaggie e nomadi, furono civilizzate man mano da colonie diverse, che venivano dall'Asia e dall'Egitto, portando con sè gli elementi delle antiche civiltà. Ciò spiega il risorgere nella mente greca delle vecchie cosmogonie; e queste cosmogonie, non essendo più il monopolio di una casta unicamente votata al servizio delle divinità, come succedette in China e nell'India, nella valle dell'Eufrate ed in quella del Nilo, poterono arricchirsi di nuovi e più precisi particolari, preludiando ad una ricerca scientifica veramente coscienziosa ed umanitaria. I canti di Orfeo, di Omero e di Esiodo, che si fanno risalire tra il quindicesimo e nono secolo a. C., portano tutti l'impronta del cosmogonismo orientale, ma vi appare più ingentilito, sotto vesti migliori, più conformi alla realtà. È questo lo stadio primitivo della sapienza greca: è come l'anello di congiunzione, la forma intermediaria fra il cosmogonismo essenzialmente religioso degli Orientali ed il cosmogonismo prettamente filosofico degli Ellenici. Plutarco narra che Orfeo imparò in Egitto la cosmogonia di quei preti, e poi, riportandola in patria, ne fece argomento d'uno de' suoi inni. Omero, tra le tante cose, lascia trasparire ne' suoi canti, di sotto alle imagini mitologiche, come l'astronomia si coltivasse dai Greci fino dagli albori della propria civiltà, e colla scienza degli astri quella della terra, insegnando il modo di cavare i metalli e di utilizzarli, e discoprendo i principali fenomeni meteorologici ed idrologici. Fra l'altro spiega giustamente il modo di formazione dei depositi alluvionali della vallata del Nilo. Esiodo, nella sua *Teogonia*, ci dipinge la creazione del mondo con idee perfettamente orientali, e chi appena volesse leggere un po' addentro a quel labirinto intermina-

Digitized by Google

bile di simboli e di favole, vi troverebbe accennati molti fenomeni di fisica terrestre. Sovratutto son rimarchevoli in Esiodo le descrizioni di eruzioni vulcaniche, per vivezza di tinte ed esattezza di particolari, simboleggiate nella battaglia dei Titani e nella disfatta di Tifeo. Non v'ha dubbio che quest'ultimo episodio rappresenti una eruzione dell'Etna, mentre il primo accennerebbe più probabilmente ad un'eruzione nell'arcipelago greco o sulle coste dell'Asia Minore, dove trovansi appunto recentissimi prodotti vulcanici. Altri fenomeni endogeni ricorda Esiodo, e non sarebbe esagerato il supporre che, colle acque dell'inferno, il poeta volesse rappresentare quel vasto sistema d'idrografia sotterranea, che nella sua regione è lasciato intravedere da fiumi, che si perdono sotterra, e da sorgenti che ne escono a temperatura elevata. Altri buoni concetti di fisica terrestre si riscontrano nell'altro poema di Esiodo dal titolo *Opere e giorni;* l'erudito vi potrebbe spigolare, fra le tante cognizioni naturalistiche, un manualetto di meteorologia antica. Come in Omero, anche in Esiodo trovansi accennati, e spiegati con giustezza, i fenomeni alluvionali e sedimentari, che si verificano lungo il corso dei fiumi ed alle loro foci in mare.

Ma, dopo questo primo e fulgente sprazzo della giovane civiltà ellenica, successe un periodo di assopimento, che durò tre secoli, causato dai torbidi intestini e dalla invasione degli Eraclidi nel Peloponneso. Frattanto la scienza della terra s'era spostata geograficamente, passando dall'Oriente in Occidente, e quivi aveva trovato terreno propizio per svilupparsi maggiormente e proseguire il suo cammino, come il moto apparente del sole. Dall'Oriente venne in Grecia anche l'idea del diluvio, che assunse poi

Digitized by Google

carattere locale. La tradizione greca accenna a tre diluvî: quello di Deucalione, quel d'Ogige e quel di Dardano, ma tutti e tre, checchè ne abbian detto gl'innumerevoli scrittori che ne trattarono, non sono che la ripetizione del racconto assiriano. Ed invero già il Cuvier aveva dimostrata la coincidenza cronologica del diluvio d'Ogige con quello di Noè; d'altra parte, quello narrato da Deucalione ricorda in molte particolarità il diluvio mesopotamico, e Deucalione stesso era un emigrato dall'Asia. È naturale poi che gli Elleni preferissero il diluvio di Deucalione, perchè ritenevano costui come il loro progenitore, mentre gli aborigeni dell'Attica mantenessero quello di Ogige, al quale faceva capo la loro storia, ed i Pelasgi d'Arcadia avessero alla lor volta quello di Dardano. Alcuni scrittori propendono a vedere nella leggenda d'Ogige un grande terremoto che avrebbe sommersa la parte di terra, ora segnalata dall'arcipelago e un dì congiungente l'Asia alla Grecia; ma l'ipotesi è troppo difficile a dimostrarsi seriamente.

Tuttavia le nozioni non vennero dall'Oriente in Grecia solo perchè importatevi dagli immigranti; ci furono parecchi filosofi ellenici che impresero appositi viaggi nell'Egitto e nell'Asia Minore, allo scopo di meglio apprendere quelle dottrine, che la tradizione aveva fatto loro troppo confusamente presentire. Ciò avvenne a cominciare dal settimo secolo avanti Cristo, quando in Grecia, rifattosi propizio l'ambiente, tornarono a fiorire le scienze. E più che una rifioritura, fu un vero inizio di seria filosofia, in seno alla quale le concezioni geologiche non appaiono soltanto come il prodotto di un intuito spontaneo ed immediato dell'universo, bensì eziandio come il frutto di una certa quale attenta osservazione dei fenomeni della natura.

Digitized by Google

Per di più la filosofia greca si svincola completamente dalle pastoie religiose, colle quali era stata assai inceppata nelle civiltà orientali. Ciò permise ai Greci di meglio precisare il concetto delle catastrofi ereditato dai geologi primitivi, e di sviluppare inoltre tre altre grandi idee geologiche, vere pietre angolari del nostro edificio scientifico, e cioè: l'idea endogenica, l'idea paleontologica e l'idea attualistica. Tutto ciò vedremo or ora colla voluta minutezza.

La storia della filosofia greca si può dividere in tre grandiose epoche successive: l'epoca presocratica, la socratica e l'alessandrina. I filosofi della prima epoca prendono direttamente di fronte la natura e tentano senz'altro di spiegare l'origine del mondo ed i principî fondamentali di ogni cosa: quei della seconda, dopo la riforma di Socrate, e per reazione contro le idee materialistiche dei primi, distinguono nella filosofia, e coltivano di preferenza, la parte risguardante l'uomo e le sue facoltà spirituali. La terza epoca, infine, s'inizia quando sul terreno dell'Egitto s'incontrano le dottrine orientali colla filosofia greca, e sorge il tentativo di conciliare i due sistemi e le varie gradazioni di ciascuno. Ricorderò ancora come l'epoca presocratica, che dura approssimativamente dal 700 al 400 avanti Cristo, comprenda tre grandi scuole: la ionica, la pitagorica e l'eleatica. La prima si mantenne nell'àmbito del mondo sensibile; la seconda amò speculare piuttosto nell'extra-sensibile, e l'ultima apparve come una combinazione od una specie di compromesso fra i due sistemi. Limitandoci a ripescare nei pochi scritti, che ci rimangono tuttora, dei filosofi di queste tre scuole, quanto

Digitized by Google

direttamente od indirettamente concerne la geologia, dobbiamo constatare, innanzi tutto, due fatti importanti. Troviamo, cioè, nel complesso delle opinioni filosofiche dei Greci, il concetto dei successivi cambiamenti operatisi nella terra, secondo dati periodi cosmici, seguìto dal doppio criterio nettunico e plutonico. In altri termini, noi verifichiamo presso i naturalisti greci quel che si notò fra i geologi del secolo scorso, e cioè: la doppia corrente dei sostenitori dell'acqua o del fuoco, come cause paleoeziologiche dei fenomeni tellurici. Contemporaneamente vediamo nascere tra i Greci la scuola eclettica, che riconosce entrambi i fattori acquei ed ignei, e distingue fra di loro le produzioni che dall'uno o dall'altro traggono origine. In generale, adunque, tranne poche eccezioni, che vedremo a suo tempo, la geologia greca fu per le grandi catastrofi; ed a questo proposito va fatta una sottile ed importante osservazione. Dalla maggioranza dei filosofi greci si parla di mondi infiniti, ma questa espressione non deve sempre accettarsi nel significato astronomico dell'infinità dei mondi disseminati per lo spazio; essa va interpretata in senso geologico, riferendola, cioè, alla molteplicità dei mondi o periodi cosmici che si sono succeduti nel tempo.

È indubitato che i Greci ereditarono il concetto dei periodi cosmici e delle grandi catastrofi della terra dalle cosmogonie orientali. Dagli Egiziani appresero il concetto delle rivoluzioni periodiche, a base nettunica: dalle tradizioni sanscrite e caldee il concetto delle *manwantaras* e dei diluvî; dagli Iranici la dottrina, a base ignea, di Zoroastro. La scuola nettunistica può considerarsi iniziata dal savio Talete, vissuto nel settimo secolo a. C., il quale riconobbe l'acqua come principio generatore di ogni cosa.

Digitized by Google

La plutonistica, invece, si potrebbe far cominciare da Eraclito, vissuto nel sesto secolo a. C., il quale, nel suo sistema filosofico, per verità molto astruso, e di cui non ci restano che pochi frammenti, pose come principio generatore di ogni fenomeno il fuoco. Della scuola eclettica sarebbe stato iniziatore Pitagora, anch'egli del sesto secolo a. C., nel cui sistema sono riconosciuti tanto il fuoco quanto l'acqua come cause delle rivoluzioni telluriche. Anche la scuola degli stoici, che mette capo a Zenone, contemporaneo ai precedenti, appare con idee geologiche eclettiche, e questo eclettismo perdura e si sviluppa fino ai tempi di Roma. Ma bisogna convenire che troppo poco sappiamo intorno ai citati personaggi ed ai loro scritti, perchè possiamo ragionare con sicurezza sulle loro idee geologiche; lo stesso dicasi di tutti gli altri filosofi greci. Il più delle volte occorre procedere per induzione o leggere tra le righe; quasi sempre bisogna cavar fuori i singoli concetti da un cumulo di opinioni filosofiche, molto difficile a districarsi; bisogna fare insomma come il paleontologo, che, prima di mettere a nudo un fossile, deve lavorare molto tempo di pazienza e di scalpello. E chissà quanto tempo e quanta pazienza abbisognarono a quei dotti, che, come il Lasaulx e lo Schwarz, si fecero a ripescare i concetti geologici nelle antiche letterature!

Talete di Mileto, uno dei sette savi, il fondatore della scuola ionica, astronomo e matematico, derivò il suo concetto nettunico dalla cosmogonia degli Egizî, presso i quali passò un lungo periodo di studio. Ma, sfortunatamente, le opere di questo grande filosofo non sono giunte fino a noi; noi non sappiamo altro, per quanto c'informano i filosofi

Digitized by Google

posteriori, che Talete vedeva nell'acqua la prima e l'ultima ragione dell'universo; l'acqua era per lui il principio che produce i viventi, sopporta la terra, e genera il calore; in essa tutte le cose si formano ed in essa si risolvono. Egli supponeva insomma un mondo unico pregno d'acqua; la terra, di cui ammetteva la sfericità, galleggiava, come un gran naviglio, su questo oceano, e non appena le onde commovevansi, essa era soggetta a bruschi movimenti (terremoti). Discepolo di Talete fu Anassimandro, il quale sviluppò il concetto nettunico del maestro, corroborandolo dell'idea paleontologica. È un vero peccato che anche di questo filosofo naturalista non ci resti alcun documento originale, dei tanti che senza dubbio egli avrà lasciato. Dobbiamo quindi accontentarci delle scarse notizie che ce ne danno gli scrittori posteriori. Come Talete, Anassimandro ammise la sfericità della terra, ponendola al centro dell'universo; egli supponeva inoltre il ripetersi di stati caotici, donde uscirono, volta per volta, nuove condizioni per la terra e nuovi abitatori. È sommamente interessante il sapere che Anassimandro aveva concepito il processo evoluzionistico delle formazioni organiche. È questa la ragione per cui taluni moderni autori riconoscono in lui il precursore delle idee trasformistiche. Infatti, egli opinava che i primi animali si fossero sviluppati nell'acqua, e che in questo elemento si trovassero ricoperti da inviluppi spinosi; in seguito passarono a vivere sulla terra asciutta, perdendo le spine, ed estinguendosi a poco a poco. Il Cuvier aggiunge che Anassimandro, avendo ammesso l'acqua come principio della natura, pretendeva che gli uomini fossero stati dapprima pesci, poi rettili, poi mammiferi, ed infine quello che sono

Digitized by Google

attualmente. Certamente il filosofo di Mileto concepì siffatte idee in base ai pesci ed ai rettili fossili che a' suoi tempi si saranno rinvenuti in qualche scavo della terra; ma può darsi eziandio ch'egli le abbia apprese dagli Egizî, dai Caldei o dai Fenici, i quali, alla lor volta, non potranno averle concepite se non alla vista di strani esseri fossilizzati. Un terzo seguace della scuola di Talete fu Anassimene; ma questo filosofo poneva l'aria a principio delle cose, le quali sarebbero state prodotte a seconda dei processi di condensazione o di rarefazione dell'aria stessa. Probabilmente egli intendeva parlare dello stato vaporoso dell'acqua; però, invece d'ammettere la sfericità della terra, opinava ch'essa fosse appiattita e si sostenesse nell'aria, come una gran foglia, in virtù della sua estesa superficie. D'altra parte supponeva anch'egli, sulla scorta delle cosmogonie orientali, che l'universo fosse soggetto a distruzioni e ricostruzioni alternate.

Con ciò vediamo come i primi nettunisti greci, abbracciato il concetto delle rimutazioni telluriche, avessero dovuto ricorrere all'acqua per darne spiegazione. È certo ch'essi assurgevano a simili concezioni dallo studio dei fenomeni attuali, svolgentisi alla superficie della terra, e dal ritrovamento dei fossili in seno agli strati. Che i fenomeni attuali venissero studiati da quei primi filosofi non v'ha alcun dubbio, dal momento che in quel poco che ci resta dei loro scritti, compresi i poemi dell'età eroica e le varie tradizioni mitiche, abbiamo materia più che sufficiente per intravvedervi i primi elementi d'una ricerca di dinamica terrestre. Per ciò che riguarda i fossili abbiamo la prova irrefutabile d'altri nettunisti, i quali accennarono molto chiaramente nei loro scritti agli avanzi organici

Digitized by Google

sepolti nella terra. Primo fra tutti, e capo, si può dire, della scuola nettunica-paleontologica greca, è Xenofane di Colofone, fondatore della filosofia eleatica, vissuto nel sesto secolo avanti Cristo. Nelle opere di Origene ed Eusebio troviamo riportato il sistema geologico di questo grande naturalista, e perfettamente risulta come egli abbia fondata la sua dottrina della distruzione periodica del mondo sull'osservazione dell'attualità e dei fossili. Xenofane può considerarsi adunque come il perfezionatore del sistema di Talete, e cioè, come colui che del nettunismo cominciò a dare le vere prove geologiche, suffragate dalle paleontologiche. Il cardine fondamentale della geologia xenofaniana consisteva nell'ammettere un'alternanza continua tra i fenomeni della terra e quelli del mare. A certe epoche il mare invadeva le terre e le scioglieva, trasformandole in fango od argilla; tutte le produzioni organiche cessavano quindi di vivere e i loro resti restavano coperti dal limo, entro il quale, man mano ch'esso s'induriva, venivano pietrificandosi. Ognuna di siffatte invasioni marine, che si riproduceva ad ogni periodo cosmico, distruggeva gli organismi tutti, l'uomo compreso, per il che ne seguiva una nuova creazione ed un nuovo ordine di cose. Ora, chi non vede qui dentro il criterio geologico del nettunismo cataclistico ed il criterio biologico delle creazioni successive? Tra i fossili, oltre alle numerose conchiglie marine che si ritrovano lungi dal mare, sui continenti e persino sulle più alle montagne, Xenofane ricorda in modo particolare i resti di pesci trovati in alcune cave di Siracusa e le impronte vegetali nelle roccie dell'isola di Paros, e cita l'isola di Malta siccome ricchissima in forme fossili di ogni sorta di prodotti marini.

Digitized by Google

Altri filosofi greci, che si dimostrarono propensi per le vedute nettunistiche, affrontarono il fondamentale problema paleontologico, e lo risolvettero con molta approssimazione alla realtà. Xantus, il logografo lidiano, riferisce di aver osservato in varî punti dell'Asia Minore, come nella Frigia, nell'Armenia e nella Lidia, molte pietre, contenenti conchiglie marine, che giacevano ad una grande distanza dalle spiagge ed a differenti altezze sulle montagne. Da ciò egli inferisce che il mare, nei tempi andati, uscendo da' suoi confini, dovette ricoprire tutte quelle contrade, che, oggigiorno, sono all'asciutto, ma disseminate di produzioni marine. Anche Erodoto ha occasione di mentovare i fossili in quelle pagine in cui parla della natura fisica dell'Egitto, e si fa a congetturare intorno al modo ed all'epoca in cui dev'essersi formata questa fertilissima distesa alluvionale. Il padre della storia reputa che l'Egitto fosse in origine un golfo del Mediterraneo, colmato dippoi dalle alluvioni del Nilo; e, per provare appunto come il mare estendesse maggiormente i suoi dominî sull'attuale continente, cita le conchiglie che si rinvengono sulle montagne. Anche Eudoxo, matematico di Cnido, avrebbe osservati e descritti, a quanto dice Strabone, certi pesci fossili rinvenuti nella Paflagonia, cavandone conclusioni poco dissimili dalle precedenti.

Due altri filosofi greci che, in certo qual modo, si potrebbero collocare fra i geologi nettunisti, sono Anassagora e Democrito. Entrambi adottarono l'idea che si trova in Omero ed in altri scrittori più antichi; e cioè, che nelle cavità dell'interno della terra, invece del fuoco, trovansi grandi masse di acqua. Ma il filosofo di Clazomene e quello d'Abdera hanno ciascuno titoli speciali per ri-

Digitized by Google

guardo alla scienza del globo. Anassagora ci si presenta come il primo che abbia concepita l'idea geologica uniformistica, basata sulla continuità dei fenomeni dai tempi più antichi ai giorni nostri. Infatti, mentre tutti gli altri filosofi greci ammettevano i cicli cosmici, separati fra loro da grandi catastrofi, che distruggevano ogni cosa per inaugurare periodi nuovi, Anassagora sostenne la continuità dei fenomeni tellurici senza periodiche interruzioni. Egli ampliava per tal modo l'àmbito e la potenza dei cambiamenti accaduti alla superficie della terra, sicchè tutti i fenomeni violenti, come le inondazioni ed i terremoti, diventavano a' suoi occhi semplici crisi locali ed accidentali, anzichè generali e periodiche, come dai più si credeva. Ciò emerge da alcuni cenni di Aristotele su Anassagora; secondo Diogene Laerzio, il filosofo di Clazomene sosteneva anche che le montagne di Lampsaco dovevano essere state un giorno ricoperte dal mare.

Democrito invece, discepolo di Anassagora e contemporaneo di Socrate e Platone, ammetteva le conflagrazioni terrestri, e mise fuori la teoria della diminuzione graduale degli oceani, teoria che, come vedremo a suo tempo, tornò in vigore e fu molto discussa nel secolo scorso e nei primi anni del nostro. Il sommo abderitano, noto generalmente per avere ideato gli atomi, dalla cui aggregazione risultano tutti i corpi, e per tante altre felici scoperte astronomiche e biologiche, sosteneva che i mari vanno costantemente decrescendo, finchè resteranno completamente a secco. Per di più egli aveva riconosciuto il modo di stratificazione dei terreni, distinguendo in essi quell'unità che noi diciamo *strato*, ed attribuendo ad essa quel preciso significato che vige tuttora in geologia. Pare anche

Digitized by Google

che Democrito riconoscesse certi fenomeni ignei come determinanti di conflagrazioni telluriche: quindi, più che un vero nettunista, questo filosofo, che apparterrebbe già all'epoca socratica, va considerato come un eclettico.

Vediamo adesso la scuola plutonistica, di cui già in Esiodo abbiamo riscontrato i germi. Molto probabilmente Eraclito avrà ereditato dai magi persiani il concetto del fuoco, come principio creatore e distruttore del mondo, ma è certo ch'egli lo aveva anche fortificato coll'osservazione dei fenomeni vulcanici della Grecia e dell'Italia. Anche Leucippo, uno dei maestri di Democrito, accordava una certa importanza al fuoco nelle cause delle conflagrazioni dell'universo. Eschilo, in una sua tragedia, attribuiva ai fuochi sotterranei la separazione della Sicilia dalla Calabria, e Pindaro accennava, ne' suoi carmi, alle relazioni interne che debbono esistere fra l'Etna ed il Vesuvio. Altri filosofi spiegavano i vulcani coll'ipotesi di fuochi sotterranei, pur non attribuendo a questi fuochi alcuna azione geogenica. Ma il vero vulcanista dell'antichità è stato Empedocle, il quale, come Xenofane, fondò le sue speculazioni sullo studio dei fatti reali, e non mancò di riconoscere l'alta importanza dei fossili. Vivendo egli ai piedi dell'Etna, e potendo, di conseguenza, sorprendere in tutte le sue manifestazioni questo classico vulcano, dovette necessariamente formarsi idee plutonistiche. Nei pochi frammenti che ci rimangono del suo grande poema cosmogonico *Sulla natura,* oltre ai frequenti accenni alle masse ignee dell'interno del globo ed ai torrenti di lave sotterranee, troviamo questo periodo, che par tolto alle pagine dei moderni vulcanisti: « Il fuoco bollente, che

Digitized by Google

sta sotterra, ha formate, e quindi spinte e sollevate al disopra della sua superficie le roccie e le catene di montagne; allo stesso fuoco si deve attribuire la causa delle acque termali, riscaldate traversando i terreni che lo ricoprono ». E vi par poco, o signori, di trovare così precisi concetti negli scritti d'un filosofo che visse nel quinto secolo avanti Cristo? Nè bisogna credere ch'egli reputasse tutte le roccie originate dal fuoco; egli sapeva benissimo distinguere con nomi speciali quelle che noi chiamiamo massiccie o cristalline, da quelle stratificate d'origine sedimentare.

Quanto ai fossili, si può esser certi che Empedocle dovette conoscerli; anzi, è sicuramente dai fossili, che si presentano molto sovente con forme strane e frammentarie, ch'egli dovette cavare la sua teorica dell'origine degli organismi. Il filosofo d'Agrigento supponeva infatti che gli animali fossero derivati progressivamente dall'unione delle varie membra del corpo, le quali un tempo vivevano come enti completi ed isolati, e di cui esistono nella terra molti avanzi, ivi accumulati quando il principio caotico successe al principio cosmico. Queste varie membra si riunirono casualmente dando origine a tipi diversi, i quali venivano poi subendo continue modificazioni e miglioramenti per via d'adattamento alle condizioni cosmiche ognora evolventesi. Di questi tipi i commentatori d'Empedocle ne stabiliscono parecchi, corrispondenti ad altrettante fasi di sviluppo; ma, spogliando la teorica da tutti i fronzoli con cui fu accresciuta ed illustrata, possiamo intravvedervi tre grandi momenti dell'evoluzione organica. Dapprima vissero isolate le varie parti che compongono il corpo animale, come le teste, le braccia, le

Digitized by Google

gambe, i piedi, le mani, e via dicendo; poi queste parti si fusero a casaccio, dando origine ad organismi mostruosi, come: tronchi senza capo, buoi colla testa umana, uomini colla testa di bue, animali a due teste, a due petti, e via dicendo; infine, dopo una selezione continua, si ebbe la fauna attuale. Ora, chi non vede come Empedocle sia giunto a formulare questa teorica paleontologica, se non dopo aver trovato in seno alla terra ossami d'ogni genere e fossili dall'aspetto nuovo, affatto dissimili dagli animali viventi? E chi non vede adombrato qui dentro il gran concetto dello sviluppo progressivo degli esseri per adattamento all'ambiente, ed il non meno importante concetto delle specie estinte? Narra la tradizione che Empedocle, stanco della vita, si gettasse nel cratere dell'Etna; ma è più naturale supporre che il grande filosofo del *fatum,* precursore del vulcanismo e del trasformismo, abbia trovata disgraziatamente la morte su quel monte, ov'egli si recava di continuo a scrutare i misteri vulcanici, precisamente come la trovò più tardi, ai piedi del Vesuvio, Plinio il naturalista.

Dell'eclettismo geologico dei Greci ho già detto che furono iniziatori Zenone e Pitagora, il primo come capo della setta degli stoici, il secondo come fondatore della scuola italica; le due classi filosofiche che, in fatto di geologia, rifulsero ancor più vivamente, come vedremo, all'epoca dei Romani. Ma la storia ci sa dire ben poco intorno a questi due grandi filosofi, e sono svariate le congetture che vi fabbricarono attorno gli storici; a noi basti sapere che vissero entrambi nel sesto secolo avanti Cristo. Del resto, ripeto ancora, a noi poco importano i partico-

Digitized by Google

lari relativi ai singoli uomini; quel che importa a noi è l'idea e non la persona: a noi preme lo stabilire quando l'idea nacque e come andò evolvendo; non quando nacque, visse o morì un dato personaggio. La setta degli stoici, che molto attinse dalla cosmogonia egiziana, aveva adottata l'ipotesi di universali catastrofi destinate, entro certi periodi di tempo, a distruggere il mondo. Ma essa non vedeva in queste catastrofi una causa sola; reputava invece che le distruzioni avvenissero in due modi: le une (cataclismi) in forza delle acque, che spazzavano l'umanità e distruggevano tutti gli organismi; le altre (conflagrazioni o ecpirosi) in forza del fuoco che dissolveva il globo intero. Parimenti i pitagorici, iniziati dal loro capo, il quale, avendo viaggiato nell'Oriente, aveva potuto conoscere i diversi sistemi cosmogonici, ritenevano che l'acqua ed il fuoco concorressero in uguale misura ad apportare alla terra quelle modificazioni grandiose, di cui appaiono evidenti le tracce ai giorni nostri. Essi attribuivano la formazione delle valli all'erosione acquea; e studiando le manifestazioni vulcaniche, ne avevano compresi i principali accidenti. In un libro, probabilmente d'un pitagorico, ma di cui non si conosce in modo preciso l'autore, e che porta il titolo: *La natura dell'universo,* troviamo accennati i cambiamenti che il mare deve soffrire di quando in quando, e spiegata la distribuzione dei continenti col doppio intervento dei terremoti e delle acque.

Ma la gloria geologica più bella dei pitagorici, e che forse risale a Pitagora stesso, si è la concezione del fuoco o calore centrale. Simplicio, infatti, nel suo commentario sulle opere d'Aristotile, c'informa come i più istruiti fra i pitagorici attribuissero al fuoco centrale un'azione geo-

Digitized by Google

genica, ponendolo nell'interno della terra, come il principio creatore della vita e delle cose, come una sorgente di calore eterno pel globo, esposto, d'altra parte, al raffreddamento. Molti dotti moderni hanno discusso intorno a questo fuoco centrale ammesso dai pitagorici, attribuendogli un doppio significato: astronomico e geologico. Alcuni opinano che i pitagorici riguardassero la terra come una sfera internamente vuota, nel cui centro fosse situato una specie di nucleo, attorno al quale essa continuamente roteasse. Questo nucleo, o fatal cubo, perfettamente indipendente dal pianeta, doveva essere il fuoco centrale di quei filosofi. Altri, come il prof. Röth, sono del parere che l'idea del fuoco centrale venisse suggerita ai pitagorici dalle eruzioni vulcaniche, e quindi significassero con questo nome una massa ignea sotterranea, da cui ripetono l'origine i vulcani, le sorgenti termali ed i terremoti. Queste due versioni, entrambe fondate su documenti genuini, provano che i pitagorici dovettero concepire il fuoco centrale per vie diverse, e quindi attribuirgli significati differenti. Comunque sia, sta il fatto che la felice idea dell'incandescenza interna della terra, accettata dalla geologia dopo le prime argomentazioni del Descartes e del Leibnitz, era già stata discussa presso gli antichi filosofi greci, al pari di tutti gli altri veri fondamentali della scienza del globo.

Che cosa adunque poteva mancare alla geologia greca, se già aveva in sè i germi sicuri di quanto, venti e più secoli dopo, parve novità; di quanto si reputa dai più merito originale degli speculatori moderni? Abbiamo visto sorgere nei Greci l'idea cataclistica, l'attualistica,

Digitized by Google

l'evoluzionistica; abbiamo visto posare sicuri il criterio paleontologico, il litologico, lo stratigrafico; abbiamo visto abbozzarsi la scuola nettunica, la plutonica, l'eclettica..., che vuolsi di più? C'è tutto il necessario, come dicevo da principio, per mettere assieme un vero corpo di dottrine geologiche; figuriamoci poi se, invece di pochi frammenti e di monche citazioni, potessimo disporre di tutto il materiale che i Greci avran raccolto in fatto di speculazioni geologiche! Chi può dire, per esempio, che cosa contenesse quel libro di Democrito di cui, come di tanti altri scritti geologici dei Greci, non ci resta che il solo nome: *Sulle cause terrestri?* Ciò nullameno il poco che possiam sapere è più che sufficiente per la nostra storia dell'evoluzione della geologia. Riconosciuto il principio paleontologico nella giusta interpretazione della natura dei fossili; riconosciuto il principio stratigrafico nei sani giudizî sulla natura sedimentare di molte roccie; riconosciuto, infine, il principio endografico nelle descrizioni dei fenomeni vulcanici e sismici, e nell'ipotesi d'una fonte di calore centrale, a me pare che basti per capire quale sviluppo avesse attinto la geologia presso i Greci. Ma non abbiamo ancora finito.

IV.

Nell'epoca socratica, che già invademmo col citare alcuni filosofi, s'estolle sovra tutti, per le vaste conoscenze in fatto di scienze naturali, Aristotile, il quale rappresenta la vera filosofia scientifica, mentre il suo contemporaneo Platone assurge, per altre vie, ad una filosofia eminentemente artistica. Quest'ultimo, se non è stato

Digitized by Google

quel che si direbbe un geologo di professione, è però molto importante nella storia della nostra scienza, poichè ne' suoi scritti parla sovente dei sistemi geologici ch'erano in uso presso gli Egizî ed i Greci. Nessuno ignora, per esempio, il racconto che fa Platone, nel *Timeo,* dell'Atlantide, continente che, secondo i geologi egiziani, esisteva una volta ad occidente dell' Africa, e venne subissato in seguito a potentissimi terremoti. È inutile ch' io vi ricordi quante e quante discussioni originò in seguito questa asserzione di Platone; potete immaginarvi se i geologi di ogni età non si affrettassero a prenderla e condirla in tutte le salse, ciascuno secondo il proprio gusto. Anche il Suess, come pel diluvio, ha portato in tale questione la sua autorevole parola. Egli pensa che, a metà dell'epoca terziaria, una catena di isole, se non proprio un continente, congiungesse le Antille all' Europa meridionale, e che, fino al quaternario, siansi mantenuti gli avanzi di questa Atlantide.

Nello stesso *Timeo* Platone discorre a lungo delle opinioni geologiche dei pitagorici, accettando la dottrina dei cataclismi e delle ecpirosi. Parlando dei sacerdoti egiziani, che, come vedemmo, ammettevano le rivoluzioni periodiche rinnovanti l' universo, egli fa dir loro: « Il genere umano ha subìto e subirà numerose distruzioni; le più grandi per mezzo del fuoco e dell' acqua, e le minori per mille altre cause ». Nel *Fedone* lo stesso filosofo illustra, con particolari maggiori, il concetto del Tartaro, o focolare ardente in seno alla terra, citandone come prova gli innumerevoli gorghi beanti, da cui sfuggono, su diversi punti del globo, torrenti di fumo, di ceneri e di fiamme. Egli paragona la terra ad un grosso pallone sospeso nel-

Digitized by Google

l'aria; le sue asperità s'innalzano al di sopra dei mari, che ne occupano pressochè tutta la superficie; e l'umanità è disseminata attorno al mare, come tante formiche o tanti ranocchi attorno ad un pantano. Ancora secondo Platone, « l'acqua, che penetra nei crepacci della terra, dà origine ad innumerevoli sorgenti, delle quali alcune ritornano subito alla superficie, mentre altre precipitano in un vasto ambiente ripieno di fuoco, e vi formano un lago, più grande del nostro mare, in cui l'acqua bolle mescolata al fango; è questo il Periflegetonte, da cui salgono i torrenti infiammati sulla terra, dovunque trovano un'uscita, come in Sicilia ».

Veniamo ora ad Aristotile, il più grande naturalista dell'antichità. Considerato come geologo vi troviamo, ad un tempo, molto di buono e molto di cattivo. Merita perciò d'essere studiato con attenzione e giudicato con imparzialità; non proclamare addirittura, come fanno certuni, che Aristotile ha contribuito per nulla affatto ai progressi della geologia. Il sommo stagirita, troppo occupato nello studio delle condizioni fisiche e biologiche attuali della terra, non ebbe, forse, tempo di pensare alle condizioni passate; ma, poichè la geologia, intesa coi moderni principî, è anzitutto uno studio dell'attualità, così è chiaro che anche le speculazioni aristoteliche dovettero influire al suo sviluppo. Vediamone adunque i meriti, non nascondendo i demeriti, giacchè non è più il caso di rischiar la pelle, come nel medio evo, mettendo fuori i difetti del gran maestro.

Le idee geologiche di Aristotile sono disseminate nei varî suoi libri, e, più di tutto, nel suo celebre trattato

Digitized by Google

Sulle meteore. L'impressione che fanno subito a chi le va ripescando, è quella di idee della scuola uniformistica ed evoluzionistica. Aristotile, come già vedemmo Anassagora, non è partigiano della teorica delle catastrofi; egli spiega i cangiamenti che si verificarono alla superficie della terra come risultati delle stesse cause che agiscono al presente. Sopratutto egli combatte la ipotesi di Democrito del disseccamento finale dei mari, pur ammettendo, nel corso dei fenomeni tellurici, momenti di invasione acquea e momenti di siccità estrema. Censorino vorrebbe vedere nelle epoche d'inondazione e di siccità, ammesse da Aristotile, i termini corrispondenti alle conflagrazioni ed ai cataclismi; ma le ripetute asserzioni dello stagirita non giustificano affatto questo modo di vedere. Egli, quantunque accenni a catastrofi locali, apporta continui esempî per provare come i grandi mutamenti della faccia terrestre avvengano lentamente, lungo il corso dei secoli, secondo un processo costantemente continuato, senza bruschi salti o commozioni repentine.

Vale la pena di ricordare i concetti principali di geologia, che si riscontrano nella sua classica meteorologia. « Nulla, sul nostro globo, trovasi in condizioni perfettamente stabili. La distribuzione della terra e del mare non si mantiene sempre la medesima; quella porzione che prima era terra asciutta divien mare, e, viceversa, quella che era mare divien terra asciutta. V'ha ragione per credere che questi cambiamenti, queste alternative costanti, abbiano luogo secondo un ordine determinato, e siano indubbiamente in relazione colle vicissitudini d'accrescimento che subiscono le parti interne della terra, in modo analogo al movimento della vita presso le piante e gli

Digitized by Google

animali. Questi cambiamenti, però, passano inosservati, perchè si compiono lentamente, e la vita dell'uomo è troppo breve per poterli apprezzare; nazioni intiere muoiono e scompaiono prima ch'essi abbiano compiuto il loro corso. La regione egiziana ci dà esempio di questo fatto; gli Egiziani hanno dimenticato da lungo tempo l'epoca in cui occuparono quella regione, che gradualmente venne messa a secco per i trasporti del Nilo, e che tuttora è in via di aumento». E conclude siffatti ragionamenti a questo modo: «Se il tempo non muore e l'universo è eterno, non può parimenti supporsi che il Tanao ed il Nilo abbiano sempre colato. I luoghi, da cui scaturiscono, altre volte furon secchi, e la loro esistenza ha un limite; ciò che non è pel tempo. Così tutti gli altri fiumi nascono e muoiono, ed il mare non cessa d'abbandonare certe parti della terra per invaderne altre. La terra non presenta dunque invariabilmente lo stesso aspetto: qui sempre mare e là sempre continente; ma ogni cosa si modifica lungo il corso del tempo».

Ognun vede che tre grandi concetti sono condensati in questi pochi termini, esposti con concisione e chiarezza degne dei migliori trattatisti: l'oscillazione dei continenti, la colleganza dei fenomeni esogeni cogli endogeni, e la lentezza evoluzionistica. Un quarto concetto, che vi si potrebbe intravvedere, è quello della periodicità degli avvenimenti tellurici, concetto rimesso modernamente in onore da qualche geologo. Tutto sommato, abbiamo nelle citate considerazioni l'idea suprema della vera geologia, la geologia delle cause lente e della fenomenalità evolutiva. Il rimutarsi dei continenti e dei fondi marini per graduali processi difficilmente valutabili è una delle pietre angolari della endografia, ed Aristotile, mettendo a confronto

Digitized by Google

l'immensa durata di queste variazioni colla vita fugace delle nazioni, espone un pensiero degno del cervello del Prevost e del Lyell. Ma non si limita a questo soltanto il concetto endogeno dello stagirita; egli interpreta giustamente e spiega le diverse azioni endodinamiche, allo stesso modo che ricerca con retto criterio i fattori esogeni. Sentiamo anche qui le sue parole: « La terra è secca di sua natura; tuttavia le pioggie le comunicano molta umidità, per modo che, sotto l'influenza del proprio calore e di quello del sole, essa genera dentro di sè abbondanti vapori. Questi vapori sotterranei incontrano sovente degli ostacoli nella loro corsa di espansione, e, trovandosi come prigionieri entro spazî angusti, scuotono violentemente la terra. Le commozioni più violente hanno luogo nelle vicinanze dei mari e nelle contrade ove il suolo è ad un tempo umido e cavernoso, come nell'Ellesponto, nell'Acaia, nella Sicilia e nell'Eubea. Talora succede che tali commozioni persistono sino al punto in cui i vapori, che le cagionano, fanno eruzione, ed il suolo si eleva a somiglianza dei flutti agitati dalla tempesta. È ciò che avvenne recentemente ad Eraclea, sul Ponto Euxino, e, tempo fa, nelle isole Jonie. Si è osservato in questi paraggi la terra gonfiarsi ed elevarsi con fracasso sotto forma di poggio, finchè, lacerandosi, lasciò sfuggire un soffio potente, il quale portò tanto lontano e scintille e ceneri, che la città di Lipari fu intieramente consumata e sepolta. La stessa cosa accadde a diverse città d'Italia. Che siffatti fenomeni dipendano dalla collisione dei vapori, che circolano nelle vene e nelle cavità della terra, nessuno può mettere in dubbio, e ne sono prova i rumori sotterranei che precedono i terremoti e l'eruzione delle fiamme; e, sia che questi feno-

Digitized by Google

meni abbiano origine in regioni prossime alla superficie della terra, sia che nascano a grandi profondità, trattasi sempre di un soffio, che è la causa di questi movimenti, alla stessa guisa che l'agitazione dei flutti proviene dai venti e non dai flutti stessi» (*Sulle meteore,* cap. VIII). Ora, chi non vede in questa chiara esposizione, che ci appare fresca, quasi scritta da un sismologo moderno, le ragioni che prevalgono attualmente nella interpretazione dei fenomeni vulcanici e dei movimenti bruschi del suolo, che coi medesimi si collegano? La potenza fisico-chimica dell'acqua, a temperature e pressioni elevate, spiega oggidì, in massima parte, le notissime manifestazioni endogene, che danno all'uomo diuturno spettacolo di scene svariate: di eruzioni e di terremoti, di geyser e di salse, di terme e di soffioni, e via dicendo.

Si può concludere, adunque, che Aristotile sviluppò chiaramente i principali concetti di quella branca delle scienze geologiche, che suol dirsi geodinamica. Quanto al resto, o non ne parlò affatto, o si limitò ad allusioni molto incomplete. Vediamone i difetti. Son due i principali: l'errore astronomico e l'errore paleontologico. Il sistema eliocentrico ed il principio paleontologico erano già ai tempi d'Aristotile nel dominio della filosofia; ma può darsi che, per difetto di circolazione letteraria, egli ignorasse il secondo: mentre il primo a lui era certamente noto. Ebbe quindi il torto di combattere il sistema eliocentrico, e con esso il doppio movimento di rotazione e di traslazione della terra, pure conosciuto a' suoi tempi. Ecco i suoi famosi ragionamenti in proposito: «Se la terra girasse naturalmente, essa avrebbe due movimenti, l'uno di rotazione, l'altro di traslazione, proprietà che non conviene in alcun modo ad

Digitized by Google

un corpo semplice, poichè il movimento d'un corpo semplice è della stessa natura. Parimenti, se la terra si movesse e girasse attorno al sole, l'aspetto delle stelle e le loro distanze cambierebbero in seguito a questo movimento, il che vuol dire ch'esse ci sembrerebbero più piccole e più pallide man mano che la terra se ne allontanerebbe, e quando, terminando la sua rivoluzione, questa ritornerebbe al suo punto di partenza, le stelle pure sembrerebbero dapprima restare in posto e poi ritornare indietro, ciò che non ha mai luogo. La terra resta dunque immobile al centro del mondo, di modo che, quando noi vediamo i corpi attirati verso il centro della terra, è in realtà verso il centro del mondo ch'essi lo sono, poichè la legge propria ai corpi pesanti vuole così; e la terra medesima, allorchè ci parrebbe trascinata dal proprio peso, obbedisce alla legge generale e resta immobile in virtù della sua massa stessa ».

Quanto ai fossili Aristotile non ha parimenti colto nel segno. Come dissi, molto probabilmente egli non conosceva perfettamente le giuste opinioni che avevano emesso in proposito Anassimandro, Xenofane ed Empedocle. Fatto è che Aristotile non diede ai fossili alcuna importanza, come non si curò troppo di pensare al passato della terra. Esagerando il criterio attualistico, egli spiegò alcuni pesci fossili, ch'ebbe modo di conoscere, col supporre che nell'interno della terra i pesci vivano senza movimento, oppure che vi siano smarriti penetrando nei crepacci delle spiaggie, oppure che siano nati dalle carni dei pesci, lasciate a secco dai sollevamenti terrestri, e poi, col tempo, trasformati in pietra. In queste ipotesi non manca, come si vede, il criterio organico; ma poichè Aristotile ammetteva la generazione spontanea delle forme animali anche le più ele-

Digitized by Google

vate, doveva tornare più comodo a lui di spiegarle così, anzichè ricorrere ai fatti geologici del passato. Non ho bisogno di ricordare a' miei uditori quanto danno sia venuto alla scienza dall'avere un'autorità come Aristotile professati i due errori geocentrico e biogenico. Tutto il medio evo fu in lotta e traviato per questo. Ma non posso tacere che mi riesce assai strano come, delle tante belle e giuste concezioni geologiche dell'altissimo genio di Aristotile, non si volle trarre quel profitto che si meritavano, mentre si fu tanto zelanti e pedissequi nell'abbracciare le citate fallaci conclusioni. Ciò prova, una volta di più, quanta fosse la parzialità e la mala fede di chi maneggiò nei tempi andati la filosofia aristotelica: filosofia invece — malgrado gli inevitabili errori di ogni grande prodotto dell'ingegno umano, giacchè l'infallibilità non è appannaggio d'alcuno — assolutamente encomiabile, come quella che, derivando dall'osservazione obbiettiva, potè toccare molte e positive considerazioni, tanto in geologia, come nelle altre branche del sapere.

Con Aristotile, che fu maestro di Alessandro il Grande, ci avviciniamo al terzo periodo della filosofia greca: l'alessandrino. In quest'epoca la geologia non mancò d'essere coltivata, verificandosi quel perfezionamento, che già notammo nello stagirita stesso. Si cominciò, cioè, ad abbandonare le astratte supposizioni intorno al passato del globo, per darsi ad uno studio minuto delle varie particolarità della superficie terrestre e ad una razionale interpretazione dei fenomeni di cui questa è continuo teatro. La geologia greca dall'epoca d'Alessandro in poi è quindi caratterizzata da studî dell'attualità, condotti da parecchi

Digitized by Google

filosofi, i cui scritti non sono però giunti sino a noi, e di taluni non è peranco sussistito il nome. Se ne sappiamo qualcosa siamo debitori di tutto a Strabone, il quale li cita nella sua *Geografia,* confutandone le asserzioni. Coll'epoca alessandrina incominciano eziandio i poeti naturalisti e geologi, che vedremo affermarsi ancor più solennemente presso i Latini. Callimaco di Cirene fu un poeta che, a quanto si narra, deve aver composto più di ottocento opere; un vero prodigio di scrittore che, se esistesse oggigiorno, dovrebbe tenere a sua disposizione una mezza dozzina di tipografie. Ma di tutta questa roba a noi non sono pervenuti che pochi inni ed una sessantina di epigrammi. Gli inni, specialmente, sono assai preziosi per la storia della geologia. Vi troviamo infatti descritti, sotto le più graziose figure poetiche, i principali fenomeni di dinamica terrestre, dalle alluvioni dei fiumi alle stalattiti delle grotte, dalle eruzioni vulcaniche alle formazioni delle isole.

Nè mancarono in quest'epoca gli studiosi dei fossili. L'allievo di Aristotile, Teofrasto, continuò nelle vedute paleontologiche del maestro; egli insegnava che i pesci fossili, rinvenuti in varie località, altro non erano che individui delle specie attuali viventi nell'interno della terra, e provenivano, sia da uova lasciate nel fango, sia da tipi che abbandonarono il mare, e, salendo i fiumi, vennero ad allogarsi entro la terra asciutta, subendo speciali metamorfosi. In un trattato sulle pietre, che ci resta ancora, lo stesso naturalista spiegava l'origine dell'avorio fossile col supporlo originato da una forza plastica operante in seno alla terra. Nella storia delle piante, che pure ci fu trasmessa, ricorda parecchi vegetali fossili di

Digitized by Google

differenti località, limitandosi al semplice cenno degli esemplari, senza arrischiare teorie genetiche; fra l'altro vi troviamo mentovate certe impronte di palme, rinvenute nei dintorni di Munda in Ispagna, e parecchie varietà di carboni fossili scavati in Liguria, nell'Elide, ed altrove. Ma due altri libri di Teofrasto disgraziatamente non ci sono pervenuti, e ciò è un vero danno per la storia delle scienze geologiche, giacchè l'uno era un trattato sull'Etna, ed il secondo un trattato sulle pietrificazioni. Un altro paleontologo, Polibio, spacciò intorno ai fossili le stesse ipotesi favolose di Teofrasto.

Gli ossami fossili dei grandi mammiferi quaternarî diedero origine alla credenza dei giganti, che vedremo ripristinata in pieno secolo decimosesto e decimosettimo. Già gli osservatori dell'epoca prealessandrina avevano preso questi ossami per avanzi di giganteschi antenati, convalidando per tal modo l'opinione generale, che la razza umana andasse vie più degenerando. Ma ai tempi di cui parliamo vennero alla luce nuovi esemplari di ossa colossali, e tosto gli scrittori ne menarono grande scalpore, architettandovi sopra le più strane supposizioni circa questi pretesi omenoni ed eroi che spadroneggiavano una volta il mondo. Si legge, ad esempio, in Plinio, laddove parla, con lepidissime storielle, del modo con cui gli uomini vengono generati, che in Creta, essendosi squarciata una collina in seguito ad un terremoto, ne vennero fuori le ossa di un corpo, che doveva essere alto non meno di quarantasette braccia, e che alcuni stimarono fosse di Orione, altri di Oti. Pausania menziona quattro giganti, i cui avanzi vennero trovati in differenti località, e dà persino i nomi degli individui cui appartennero, e

Digitized by Google

cioè: Gerione, Asterio, Oronte e Oplodamo. Altri giganti non meno spettacolosi cita con minutezza di particolari, che direbbonsi necrologici, Flegone; figuratevi che uno fra essi doveva misurare cento braccia d'altezza, e fu trovato nella sua brava cassa, colla relativa epigrafe, che suonava precisamente così: « Io, Macroseiri, fui qui sepolto dopo aver vissuto 5000 anni »!

Altri si rinvennero nelle grotte, e d'uno si trovò solo un dente lungo un piede. Si comprende facilmente come tutti siffatti ossami siano appartenuti ai colossali quadrupedi degli ultimi periodi geologici; quanto ai fronzoli con cui fu abbellita ciascuna scoperta non devesi far meraviglia, dal momento che, anche in tempi a noi vicinissimi, si spacciarono, a proposito di fossili, le più mastodontiche corbellerie; e non è raro il caso di trovarne qualcuna anche sui giornali quotidiani del giorno d'oggi.

Ho ricordato queste nozioni poco serie di paleontologia, da Teofrasto a Flegone, solo per provare che le teorie che riscontreremo dal medio evo in su, intorno ai fossili, non furono che derivazioni da opinioni più antiche. Vedremo infatti tornare in vigore, sostenute da una turba di naturalisti, le ipotesi della forza plastica, causa dei fossili, e le dottrine mirabolanti della gigantologia. Il che prova come, nel cammino evolutivo della geologia, siansi riprodotti, dopo tanti secoli, le stesse verità e gli stessi errori, e come ciascuna teoria emessa modernamente trovi, più o meno palese, la propria radice nelle concezioni antiche.

Ma il vero geologo dell'ultimo periodo greco è Strabone, il quale paga ad usura il debito della sua epoca

Digitized by Google

verso la scienza della terra. Nessuno ignora la sua celebre *Geografia;* oltre alle traduzioni latine, ne possediamo ottime versioni in francese ed in italiano. La versione italiana fu fatta al principio del secolo dall'Ambrosoli, e ad essa fecero seguito alcuni frammenti tradotti per uso scolastico. Anche Strabone è un geologo attualista, ma le sue concezioni fanno un lungo passo più in là di quelle di Aristotile e di tutti i geologi precedenti. Egli precisa meglio il concetto vulcanistico di Empedocle, e spiega in modo chiarissimo la ragione dei movimenti della crosta terrestre. Permettiamoci alcune citazioni, che varranno meglio di ogni e qualsiasi ragionamento nostro. Il geografo d'Amasia, nel capitolo terzo del suo libro, ci dà un vero trattato sistematico dei cangiamenti avvenuti alla superficie terrestre ed una rivista critica delle opinioni geologiche dei filosofi che lo hanno preceduto, specialmente di Demetrio Collatino, Demetrio di Scepsi, Callimaco, Xantus, Erastotene, Ipparco, Posidonio e Stratone. Il problema, ch'egli tenta più direttamente di risolvere in questa sua preziosa trattazione, è di sapere a quali cause si debba attribuire la presenza delle conchiglie e dei pesci marini nelle parti elevate dei continenti e lontane dal litorale del mare; epperò la geologia fa con lui un passo immenso, grazie all'applicazione dei criterî paleontologici all'interpretazione dei fatti stratigrafici e viceversa, la qual cosa in Aristotile non riscontrasi, perchè della paleontologia egli si era fatto, come vedemmo, idee a parte e non giuste.

Tutti gli autori, da lui citati, per ispiegare il fatto paleontologico, avevano attribuita alla massa del mare la facoltà di aumentare o diminuire, tanto che potesse alla-

Digitized by Google

gare a sua posta i continenti, o lasciare a secco porzioni del suo fondo. In una parola, professavano tutti idee nettunistiche. Xantus, che già accennai quale paleontologo, ammetteva il prosciugamento de' bacini marini, come Democrito; egli opinava che i mari, dopo aver goduto di una grande estensione, con la quale invasero i continenti, cospargendoli di fossili, si fossero andati man mano restringendo, prosciugandosi in buona parte. Tale idea era venuta al lidiano, poichè a' suoi tempi, in forza di una straordinaria siccità, molti laghi e fiumi e molte sorgenti erano rimasti all'asciutto. Strabone, dal canto suo, osservando l'enorme quantità di limo che i fiumi portano al mare, aveva pensato che il fondo marino dovesse inalzarsi di continuo, rimanendo costante la quantità d'acqua in circolazione. Egli supponeva che il Mediterraneo ed il Ponto Euxino fossero originariamente senza comunicazione, l'uno coll'Atlantico e l'altro colla Propontide (Mar Nero), e che, solo più tardi, i sedimenti portati dai fiumi in questi bacini avessero determinato un sollevamento del loro fondo, per modo che, innalzandosi le loro acque, fossero stati eliminati i due istmi di Gades (stretto di Gibilterra) e di Bisanzio (stretto di Costantinopoli).

Ma Strabone rifiuta tutte queste teorie grettamente nettunistiche, e cerca in cause più giuste e più naturali la ragione dei cambiamenti sopravvenuti nella disposizione relativa delle terre e dei mari, ed attestati dai fossili. « Non si deve supporre » egli dice con finissimo acume « che le acque si siano alzate, o abbassate, o ritirate da certe parti per innondarne altre, quando noi incontriamo terreni ad altitudini diverse, che indubbiamente furono in altri tempi ricoperti dal mare. La vera

Digitized by Google

ragione di questo fatto risiede in ciò, che la terra stessa ora s'eleva ed ora s'abbassa, e che il mare, forzato di conformarsi a questo movimento, ora si estende ed allaga, ed ora rientra nei proprî limiti. La causa in questione è dunque unicamente al suolo che deve attribuirsi, e non al crescere od al diminuire delle acque ». Con queste parole il celebre geografo assicura alla geologia un nuovo dato, che le ulteriori indagini non faranno che confermare brillantemente. Ancora oggidì, nei trattatelli elementarissimi di geologia, si suole destinare un apposito capitolo per dimostrare coll'esempio e col raziocinio che negli squilibrî fra il mare ed il continente, non è quello che si abbassi o s'innalzi per diminuzione od aumento di acque, bensì questo che oscilla continuamente, ora deprimendosi ed ora innalzandosi. Ciò vuol dire che, a sanzionare questo semplicissimo e fondamentale principio, si reputano ancora necessarî quei ragionamenti che Strabone, primo fra tutti, enunciava mille ottocento anni fa: ed una tale necessità della scienza scolastica moderna fa sempre più risaltare i reali meriti degli antichi nello sviluppo della geologia. Dunque: a Strabone la gloria della dimostrazione categorica delle oscillazioni del suolo, già intravvedute da Aristotile.

Corollarî di questo primo enunciato straboniano, e spiegazione completa del medesimo, in risposta alle pretese della teorica contraria, sono: 1° La sedimentazione detritica è fenomeno puramente litoraneo; 2° Il sollevamento dei fondi marini e l'abbassamento dei continenti avvengono per cause endogene. Circa il primo punto, Strabone fa osservare che i materiali portati al mare dai fiumi, anzichè estendersi su tutto il fondo del bacino

Digitized by Google

pelagico, in modo da rialzarne il livello, si depositano solamente fino ad una certa distanza dalla costa, e precisamente nei dintorni delle foci, contribuendo così, poco a poco, ad aumentare la superficie dei continenti colla formazione dei delta. Anche questo è un fatto importantissimo di cui s'occupa la geologia moderna in uno de'suoi capitoli più chiari e sviluppati. Quando vediamo lo Stoppani scrivere: « La sedimentazione detritica è fenomeno costiero; le immensità del libero oceano gli rimangono straniere », ed il De Lapparent precisare che « les dépôts littoraux ne s'étendent généralement qu'à deux ou trois cents kilomètres des côtes », è giusto che alla nostra mente ricorra subito il nome di Strabone, da cui i due sommi trattatisti citati, e con essi tutta la falange dei geologi teoretici, attinsero il giusto enunciato.

Intorno poi al fatto dei sollevamenti, Strabone si professa, come si direbbe oggidì, un vulcanista convinto. Egli dimostra che i sollevamenti e gli abbassamenti, subìti di tempo in tempo dalla crosta terrestre, sono dovuti all'azione delle forze ignee che esistono nell'interno del globo, ed a sostegno di ciò porta varî esempî; menziona il sollevamento vulcanico delle isole di Procida, di Pitecusa, di Caprea, di Leucosia, delle Sirene, delle Enotridi, e d'altre ancora. Ma il suo concetto non si restringe ai confini dei distretti vulcanici, riconoscendo soltanto quelle tumescenze che possono avvenire attorno ad un focolare igneo, come fecero al principio del nostro secolo i sostenitori dei crateri di sollevamento. Egli scorge i sollevamenti su vasta scala; vede intiere terre emanciparsi dall'oceano, ed altre terre non meno vaste cadere ne' suoi amplessi; e le sue parole sono, al riguardo, scientificamente cate-

Digitized by Google

goriche, laddove dice che non « sono soltanto le piccole isole le quali si sollevano, ma ancora le grandi ed i continenti stessi; e che, parimenti, tanto le vaste come le piccole estensioni di terreno, sono soggette a deprimersi ». Fra le altre cose Strabone combatte l'idea che attribuiva ad un terremoto la separazione della Sicilia dalla Calabria; egli preferisce supporre che l'isola, anzichè strappata al continente, sia nata da sè, sollevandosi al disopra del livello marino. Ed a questo proposito fa una giusta riflessione, la quale merita d'essere ricordata. Egli osserva che i litorali marini sono meno tormentati dai terremoti, in quei punti dove esistono aperture nel suolo, da cui possono sfuggire le materie ignee che stanno sotterra. Al contrario nei paraggi dove non si ebbero giammai manifestazioni vulcaniche, o dove il vulcanismo si sviluppa per la prima volta, le commozioni del suolo avvengono con maggiore violenza. Ora, chi non vede in questi concetti la celebre definizione che ha fatto da poco tempo fortuna, ed è sulla bocca di tutti: « i vulcani sono le valvole di sicurezza del globo »?

Oltre infine alle ricerche ed alle conseguenze relative ai fenomeni vulcanici, si trova eziandio nella geografia straboniana una moltitudine di osservazioni, che si riferiscono alla riunione di certe isole ai continenti vicini, al modo di formazione dei delta, ed alla distribuzione dei fossili nei terreni, argomenti tutti di prima importanza in geologia. Fra i fossili Strabone s'occupa con particolare ampiezza delle nummuliti, ch'egli descrive esattamente ed indica come abbondanti in Egitto nei pressi delle piramidi, ed anche nell'Amasia, suo paese natale, asserzioni confermate entrambe dalle moderne ricerche.

Digitized by Google

Prima di lui altri scrittori ne avevano parlato: chi le aveva reputate avanzi delle lenticchie con cui i Faraoni solevano alimentare gli schiavi impiegati nella costruzione delle piramidi; chi monete di qualche milionario usuraio che aveva ammassati e nascosti i suoi tesori in seno alle montagne. Ma Strabone, com'è naturale, rifiuta consimili fole.

Da tutti questi fatti, esaminati con sano criterio ed uno spirito squisito di osservazione, il nostro geografo trae la conclusione generale della geologia, che le terre attualmente abitate dagli animali e dai vegetali furono altre volte fondi di mare, e, viceversa, i fondi dei mari attuali furono altre volte continenti coi rispettivi abitatori.

Un altro merito singolare di questo genio precursore delle scienze geologiche sta nell'aver riferito pel primo intorno al giusto metodo da usarsi in tali discipline vaste e comprensive. Sentiamo infatti come giustamente egli si esprime: « Conviene di trarre le nostre spiegazioni dalle cose che capitano sotto i nostri sensi e che, in una certa misura, si verificano quotidianamente sotto i nostri occhi, quali le inondazioni, i terremoti, le eruzioni vulcaniche ed i sollevamenti spontanei dei terreni sottomarini ». Non è questo forse il programma della nostra geodinamica, ossia dello studio delle attuali condizioni del globo terrestre, studio preparatorio alle vere questioni geologiche? Non v'ha un jota da mettere in dubbio.

IV.

Strabone può considerarsi l'anello di congiunzione fra la geologia greca, di cui ho rievocato alla meglio le linee principali, e la geologia romana, di cui parlerò adesso

Digitized by Google

brevemente, e con la quale terminerò questa prima conferenza. Strabone, infatti, viveva al principio dell'êra nostra, quando la potenza romana era già sorta e la civiltà ellenica passata in seconda linea. Così la scienza della terra subì un nuovo trasloco, spostandosi definitivamente verso occidente, e prendendo piede in questa nostra Italia, ch'era destinata a portarla in seguito al più alto grado di sviluppo. La geologia dei Romani non è che un ampliamento, una dilucidazione, della geologia dei Greci. Come per la letteratura e per la filosofia, i Latini seguirono le traccie dei Greci anche nelle speculazioni relative al passato del nostro pianeta e dell'universo, e rivestirono colle forme eleganti ed i vivi colori della poesia i problemi della natura, e più specialmente s'intrattennero intorno ai fenomeni attuali della fisica terrestre. Per quest'ultimo motivo le scienze geologiche fecero ancora dei progressi: sfortunatamente quasi tutte le opere che dai Romani furono scritte in proposito andarono perdute. E che le loro osservazioni ed i fatti raccolti fossero in gran numero e di somma importanza ci è dato subodorare nel leggere i libri rimastici, dove n'è fatta semplice menzione. Dobbiamo quindi ripetere la considerazione che abbiam fatta a riguardo dei Greci, e cioè: se tutti i tesori della scienza romana non fossero stati distrutti, certamente la geologia di quell'epoca ci apparirebbe molto avanzata, ed il *philum* stesso delle nostre discipline non avrebbe tanto tardato nella sua evoluzione progressiva. Ma dobbiamo anche qui rassegnarci a questa grande disgrazia, che affetta d'altronde tutte le altre branche dello scibile umano. Contentiamoci nel sapere che, ai tempi dell'apogeo della potenza romana, le scienze naturali non venivano trascu-

Digitized by Google

rate, anzi erano famigliari alle genti d'una certa levatura; il che prova una volta di più come gli uomini pubblici di quell'epoca fossero veramente grandi, perchè egualmente atti a maneggiare la penna dello scrittore e del legislatore, quanto la spada del difensore o del conquistatore. In fatto di geologia troviamo concetti bellissimi presso i poeti, come Ovidio, Orazio, Virgilio e Lucrezio, che cantarono nei loro versi immortali i fenomeni della terra, con quella ricchezza d'immaginazione e quella delicatezza di spirito, che impariamo tutti a conoscere fino dai primi anni della scuola. Ai geologi poeti fanno degna corona altri scrittori più direttamente naturalisti, quali Seneca, Plinio ed Apuleio, ed altri filosofi, storici ed economisti, quali Figula, Varrone, Columella, Tito Livio, Cicerone ed altri molti.

I molteplici sistemi cosmologici degli antichi Greci formarono oggetto di studî e di discussioni presso i Romani. Varrone, ad esempio, ne' suoi libri sull'agricoltura, parla lungamente di varie ipotesi greche sull'origine e le trasformazioni della terra, aggiungendovi importanti osservazioni e critiche giudiziose. Lo stesso autore riferisce minuti particolari intorno ai varî diluvî delle tradizioni antiche, ed anche qui prende il destro di fare assennate considerazioni. Figula insegnava i principî della scuola pitagorica, quei principî stessi di sana geologia eclettica che vedremo tra un minuto affermarsi splendidamente nei canti d'Ovidio. Numa, discepolo di Pitagora, avrebbe appunto istituito, se prestiamo orecchio alla tradizione, il fuoco del culto di Vesta, come emblema del fuoco centrale. Parecchi altri scrittori s'intrattennero più particolarmente intorno alla supposizione delle distruzioni periodiche del-

Digitized by Google

l'ordine generale della natura, in seguito alle conflagrazioni ed ai cataclismi. Cicerone ne parla ne' suoi scritti, riferendo per lo più quanto si contiene su questo argomento nel *Timeo* di Platone. L'astronomo Firmico Materno il giovane credeva a periodi cosmici di 300 mila anni, separati alternativamente da ecpirosi o da cataclismi, e confermava le sue idee scorgendo analogie fra lo stato dell'universo e quello dell'uomo. L'universo, come l'uomo, ammala e deperisce: occorre quindi che, di quando in quando, l'acqua od il fuoco, come due potenti rimedî, abbiano a rinnovellarne l'esistenza. Columella, invece, non credeva al deperimento della terra, reputando tale supposizione contraria alla religione; ed è per noi importante questa dichiarazione, poichè vi troviamo la radice di quella preoccupazione filosofica a gretta base religiosa, che distolse per tutto il medio evo la maggioranza delle menti dal ricercare la ragione dei fenomeni naturali. Colla suprema volontà divina si spiegava comodamente qualsiasi cosa, e non si pensava ad altro.

Pare inoltre che i Romani avessero riconosciuta la natura dei terreni sui quali vivevano, e che, come sappiamo tutti, si raggrupperebbero in tre categorie di formazioni: marine, vulcaniche e d'acqua dolce. Il Lasaulx opina che le cerimonie in onore di Nettuno equestre (Consualia), di Vulcano (Vulcanalia) e di Ope Consivia (Opeconsivia), che si celebravano ogni anno al 21, al 23 ed al 25 d'agosto, fossero appunto una specie di allegoria alla successione stratigrafica dei terreni nel bacino di Roma, e cioè dei nettunici, dei vulcanici, e dei fluviatili o saturnini, Ope Consivia essendo la moglie di Saturno. Il geologo bavarese crede che i Romani, avendo avuto

Digitized by Google

modo di riconoscere qualche sezione geologica durante i lavori del porto d'Ostia, o delle grandi cloache, o lungo il Tevere, avessero poi voluto designare con queste cerimonie successive i cangiamenti avvenuti nello stato della crosta terrestre.

Ma, come ho già detto, i Romani preferirono alle speculazioni astratte sui mondi passati o di là da venire, le ricerche attente sulle condizioni fisiche e biologiche attuali del globo. Anche i fossili attirarono ben poco la loro attenzione. Alcune citazioni dei soliti pesci fossili trovansi in Tito Livio, in Seneca ed in Giovenale; ma il geografo Pomponio Mela non vuol saperne di pesci fossili, spicciandosi col dire che le son tutte favole. Plinio, Solino ed Aulu-Gella parlano dell'avorio e dei grandi ossami fossili, senza neanche supporne la loro vera origine. L'unico ch'ebbe in proposito sane idee fu Svetonio, il quale narra come Augusto avesse raccolto, nella sua villa di campagna, molti ossami provenienti da Caprea, e giudica che tali ossami, anzichè di giganti, come da tutti si credeva, fossero di grandi animali. Ecco precorsi anche quei paleontologi del secolo diciassettesimo, col Ciampini ed il Fentzel alla testa, i quali fecero tanto chiasso, reputando d'aver toccato il cielo col dito, perchè s'erano accorti che i pretesi giganti di Mazurier, di Torrubia e d'altri autori, non erano che avanzi di animali! Un altro fatto importante per la nostra storia è quello d'Apuleio, il quale opinava che i fossili riscontrati sui monti della Getulia in Africa non rappresentavano che gli avanzi del diluvio di Deucalione. Tertulliano, a sua volta, applicò al dogma cristiano l'idea pagana di Apuleio, spiegando, in genere, col diluvio noetico la presenza delle conchiglie marine in mezzo ai con-

Digitized by Google

tinenti e sulle montagne. Ed ecco anche qui la radice di quella malaugurata teorica diluvianistica, che durò in geologia dal medio evo fino al principio del secolo nostro!

La geologia latina, adunque, ci si presenta sovratutto come una ricerca di fisica terrestre, e due splendidi nomi incarnano le teorie geologiche degli stoici e dei pitagorici. Alludo a Seneca e ad Ovidio. Nelle *Questioni naturali* del primo e nelle *Metamorfosi* del secondo troviamo compendiate le rispettive idee geologiche. Seneca sintetizza il proprio sistema eclettico con queste parole: « Il fuoco e l'acqua sono gli arbitri sovrani della terra; da essi dipendono il principio e la fine delle cose ». È ammirevole la convinzione e la sicurezza con le quali Seneca si fa a spiegare i vulcani ed i terremoti, sostenendo la tesi di coloro i quali li attribuivano ai fuochi sotterranei: « Dal momento che si vedono questi fuochi sprigionarsi da una infinità di luoghi, vuol dire che si producono immense quantità di vapori, i quali, se non troveranno sfogo, eserciteranno una forte pressione; allorchè questa pressione è considerevole, essa infrange gli ostacoli; quando è più debole non fa che scuotere la terra ». È quanto espresse più tardi il Tasso coi versi: « .....trema la terra — Quando i vapori in sen gravida serra »

Pure mirabile è la descrizione che fa Seneca dell'apparizione di una nuova isola nel mar Egeo; c'è da disgradarne le pompose e molteplici dissertazioni che si stamparono nel nostro secolo all'epoca della famosa comparsa dell'isola Giulia o Ferdinandea. Il fatto del sorgere improvviso di nuovi isolotti nel bel mezzo del mare era un fenomeno assai noto presso gli antichi, tant'è vero che la legge romana lo contemplava e trattava della pos-

Digitized by Google

sessione delle nuove terre. Le *Istituzioni* di Giustiniano, infatti, dicevano che l'isola la quale nasce alla superficie dei mari spetta al primo che la occupa. Ecco il quadretto che ne fa Seneca: « Si vedeva il mare spumeggiare durante il giorno e sprigionare un nerissimo fumo dal fondo dei suoi abissi; in seguito cominciò a vomitar fuochi, non continuati, ma rosseggianti ad intervalli, tutte le volte che la fiamma interna vinceva il peso delle acque. Bentosto si trattò di pietre e di blocchi enormi che venivano lanciati in aria; alcuni ancora intatti, spinti all'infuori prima della loro calcinazione; altri corrosi e ridotti alla leggerezza della pietra pomice. Da ultimo apparve la cima bruciata d'una montagna, la cui altezza s'accrebbe insensibilmente, e di cui tutte le dimensioni s'ingrandirono al punto da formare un'isola ». Non vi pare, o signori, d'averla sotto gli occhi quest'isola fatata, che vien fuori lentamente dalle acque, preceduta dal suono diabolico di mille elementi in lotta? Per me, almeno, l'illusione è perfetta.

Ovidio, come ricordai un momento fa, svolse mirabilmente i concetti geologici della scuola pitagorica, arricchendoli con quelle osservazioni progressive, che nel corso dei secoli erano state radunate dai varî studiosi. L'idea filosofica principale che informa tutto il poema ovidiano si può riassumere così: « Nulla muore a questo mondo; le cose non fanno che variare e mutar di forma; e quando un essere nasce o muore, non fa che entrare in uno stadio diverso dal precedente. Benchè nessuna cosa non conservi lungo tempo lo stesso aspetto, pure la somma del tutto resta costante ». Sono poi assai noti quegli undici versi stupendi delle *Metamorfosi*, in cui il poeta sintetizza, per

Digitized by Google

così dire, la propria geologia; in ogni libro, in ogni trattato, è di prammatica il ricordarli, siccome lo specchio più fedele del sistema geologico degli antichi. Tradotti letteralmente, quei versi suonano così: « Io vidi, là, dove un tempo era solidissima terra, formarsi il mare, e dov'era il mare formarsi la terra, e sparse lontano dal pelago le conchiglie marine, e la vecchia àncora scoperta sulla cima dei monti. Vidi la pianura convertita in valle per la forza delle acque, ed il monte trascinato al mare dall'alluvione; vidi le umidi paludi diventar deserti di aride arene, e le arene sitibonde convertirsi in paludi. Qui la natura aprì il varco a nuovi fonti e là rinchiuse i vecchi; e mentre i tremiti della terra, ricercando gli occulti fiumi, li spingevano all'infuori, altri facevano scomparire nelle visceri della terra ».

Aveva quindi ragione il nostro Stoppani nel dire che il concetto geologico di Ovidio è di una pienezza veramente singolare, attingendo quasi alla sommità della sintesi a cui ci spinse la moderna geologia. Quel concetto non si limita ai cangiamenti parziali e superficiali, di cui l'esperienza potè rendere edotti gli uomini in ogni tempo, ma abbraccia vere rivoluzioni telluriche, suppone radicali mutamenti nella costituzione del globo, alla scoperta dei quali non si poteva giungere che per via di deduzioni, in base a quegli stessi fatti sui quali si fondano i moderni sistemi di geologia. Nè il concetto si arresta soltanto all'idea del sollevamento delle montagne dal seno degli antichi mari; ma coglie pur nettamente l'idea della continua alternanza di sollevamenti e di abbassamenti, del rimutarsi continuo della superficie terrestre, per cui non solo sorsero dal mare quei continenti che si vedono e

Digitized by Google

colla presenza degli organismi marini affermano la propria origine marina; ma si sommersero le antiche terre, le quali non si vedono, e che la mente soltanto discopre in seno agli attuali oceani.

Il Lyell spigolò con mano maestra nella trattazione poetica di Ovidio e fece una raccolta delle varie proposizioni in essa contenute, che hanno attinenza colle discipline geologiche. Ciascuna proposizione, non esagero nell'asserirlo, è il titolo di un vasto capitolo di geologia. Permettetemi che ve le ricordi, in aggiunta a quelle che si contengono nei versi citati, e conservando gli esempî stessi del poeta. « Durante i terremoti certe sorgenti furono prosciugate, ed altre nuove zampillarono dal seno della terra. Alcuni fiumi, come l'Erasino in Grecia ed il Miso in Asia, abbandonarono il loro letto e ricomparvero altrove. Le acque di altri fiumi divennero amare, (per miscuglio con sorgenti minerali) come quelle dell'Anigro in Grecia, ecc. Alcune isole vennero riunite ai continenti mediante la formazione dei delta e di nuovi depositi; per questa ragione Antissa è oggigiorno unita a Lesbo, e Faros all'Egitto. Alcune penisole vennero staccate dai continenti e divennero isole; così fu per la Leucadia, e più palesemente per la Sicilia, che la tradizione ci dice essere stata un giorno unita al continente mediante un istmo, che il mare inghiottì. Certi paesi vennero sommersi per effetto del terremoto. Così Buri ed Elice, due città della Grecia, furono seppellite sotto al mare, dove si scorgono ancora colle loro mura inclinate. Le pianure vennero sollevate in colline per lo sforzo dell'aria compressa che cercò di aprirsi un passaggio, come accadde a Frezene nel Peloponneso. La temperatura di alcune sorgenti varia nelle

Digitized by Google

differenti epoche. Altre sorgenti hanno le acque infiammabili. Alcuni corsi d'acqua hanno il potere di pietrificare e di convertire in marmo i corpi ch'essi toccano. Alcune isole o scogliere, come le Cianee e Delo, dopo essere state fluttuanti e soggette a violenti commozioni, divennero stazionarie ed immobili. Gli spiragli vulcanici non conservano sempre la stessa posizione, sia perchè le convulsioni del globo possono chiudere le vecchie caverne ed aprirne delle nuove, sia perchè le materie combustibili che alimentano i loro fuochi finiscono per esaurirsi, ecc. Così, per esempio, fuvvi un tempo in cui l'Etna non era una montagna in eruzione, e ritornerà il giorno in cui cesserà di bruciare ».

Com'è chiaro Ovidio seppe tener calcolo di tutti i principali fenomeni di dinamica e di fisica terrestre, i quali diuturnamente si presentano allo sguardo dell'attento e studioso osservatore. Nè è senza importanza il modo di considerare i fenomeni tellurici usato dal poeta latino: c'è il germe di quella continuità dei fenomeni, di quella circolazione dei prodotti, che dovrà essere la base fondamentale della geologia del nostro secolo. Nè meno evidente è in lui, e quindi ne' pitagorici in genere, la tendenza a spiegare la variazione dei fenomeni del passato colle cause che agiscono al presente, ed anche questo concetto, che dirò attualistico, dovette aspettare tanti secoli prima che un Lyell lo avesse a proclamare definitivamente. Tutto ciò prova che, colla fase latina, le scienze geologiche fecero un bel progresso, e sarebbero ancor più migliorate se gli eventi istorici non avessero posta una barriera insuperabile ad un ulteriore sviluppo dell'antica civiltà.

Digitized by Google

Con poche altre parole esaurisco l'argomento della geologia dei Latini. Orazio e Virgilio, in molti punti dei loro versi, allusero, con mitologiche finzioni, alle idee cosmogoniche e geologiche in voga ai loro tempi. Quanto a Plinio, che passa come il grande naturalista dei tempi romani, c'è ben poco a dire pe' suoi riguardi verso la geologia. Egli accenna a molti fossili, ma li ritiene pietre come tutte le altre; dalle descrizioni che ne dà e dai nomi che loro affibbia, si comprende che parla di ammoniti, belemniti, nummuliti, ed altri simili fossili appariscenti e noti fino dai tempi più antichi. Parimenti accenna a molti fenomeni di dinamica terrestre, ma non fa alcuna riflessione in proposito; descrive gli avvenimenti nè più nè meno di quanto farebbe un volgare cronista, con questo solo di speciale, che non si perita il più delle volte a ricamarvi sopra qualche favoletta. Nè mostra discernimento nell'accogliere i fatti; mentre ne ripudia parecchi, maltrattandoli cogli epiteti con cui si sogliono onorare i fanfaroni ed i bugiardi, ne accoglie amorevolmente tanti altri, la cui stravaganza ed inammissibilità farebbe ridere financo un bambino dell'asilo. Di Plinio geologo bisogna quindi accettare pienamente i giudizi severi già pronunciati dal Cuvier e dal Lyell; egli non fu, in definitiva, che un semplice raccoglitore di fatti d'ogni razza e d'ogni colore, senza riguardo alla loro autenticità. Non bisogna però con questo giudizio menomare l'alto valore dell'uomo; troppi altri esempî ci offre la geologia di consimili ingegni, i quali, se mancarono ad essa, furono però sommi in altri rami dello scibile. Dicendo, per esempio, che il Voltaire fu in geologia uno scienziato da burla, nessuno certamente crede offuscarne la fama, di

Digitized by Google

cui tuttodì risuona il mondo. E vedremo, a suo tempo, che il grande filosofo francese fu proprio così. Del resto, se Plinio non è stato un buon geologo, rese però sempre alle scienze naturali immensi servigi; per di più la sua tragica morte gli dà il diritto d'essere posto, come Empedocle, fra i martiri della geologia. Tutti sappiamo che, non appena il Vesuvio cominciò a vomitare ciò che seppellì per sempre Ercolano e Pompei, Plinio, che comandava allora la flotta a guardia delle coste del Mediterraneo, accorse alle falde del monte, per studiare davvicino il disastroso fenomeno. Ma una pioggia di cenere e di pietre lo incolse, in modo da non permettergli di ritirarsi, e le copiose emanazioni solforose lo avvolsero e l'asfissiarono. Così il Vesuvio, come l'Etna, aveva voluto vendicarsi del primo studioso che tentò scrutarne i misteri. Ancora due anni fa il Vesuvio volle una nuova vittima nel brasiliano dott. Jardim, che vi periva miseramente precipitando nel cratere, cui s'era troppo accostato a scopo di studio.

Con un saluto alla memoria di questi valorosi, chiudo la prima parte dell'evoluzione storica delle scienze geologiche. Vedemmo dalle antiche cosmogonie evolvere la geogonia greca e da questa nascere la geologia dell'epoca alessandrina e romana. Possiamo quindi concludere, da quanto abbiam visto assieme stasera, che anche nei tempi antichi la geologia godeva di uno sviluppo non indifferente, e non tanto erroneo, come si vuol credere dai più, con questo di merito indiscutibile, che allora erano tutte concezioni originali, sorte *ex novo*. Oggigiorno è molto facile il diventar geologi poichè si nasce e si trovano bell'e pronte tutte le nozioni più importanti; ma quei

Digitized by Google

primi filosofi, che non potevano disporre di maestri appositi, nè di testi abbondanti, avevano dovuto necessariamente tutto imparare da sè, e spingere il proprio intelletto a costruirsi di sana pianta un sistema geologico. Ed è in quella geologia che troviamo la radice di tutte le teorie che furono emesse dipoi; la civiltà greca, specialmente, è come il campo fertilissimo in cui furono sparse le sementi della geologia, le quali, germinando attraverso i secoli, or più or meno rapidamente, a seconda delle stagioni storiche, vennero a dare la splendida foresta attuale. Allora, certamente, siffatte nozioni non costituivano un corpo speciale e riconosciuto di scienza, bensì si presentavano qua e colà, sporadicamente per così dire, nello sviluppo progressivo delle conoscenze relative a quella che si diceva filosofia naturale, come spiegazioni od anche interpretazioni d'origine più elevata dei fenomeni della materia. Ma questo ci prova benissimo che, già fin dal suo principio, fin dai suoi primi vagiti, la geologia mostrava il suo vero carattere e la vera posizione che occupa oggigiorno nel complesso delle scienze; in altri termini, tendeva già, per intuizione, ad essere la filosofia della storia naturale in genere, la sintesi meravigliosa di tutte le branche speciali ed analitiche, che si riassumono nelle tre grandi categorie: zoologia, botanica e mineralogia. D'altra parte è anche positivo, a parer mio, che, ove la civiltà ellenica non fosse stata arrestata così presto, al periodo intuitivo, per cui ora viene riconosciuta quasi per intero, sarebbe tosto succeduto il periodo riflesso, e cioè: al periodo di divinazione sintetica delle nozioni scientifiche avrebbe tosto fatto seguito il periodo di analisi, che solo si può dire il vero periodo

Digitized by Google

di progresso per ogni scienza. Questo passaggio fra i due momenti scientifici si osserva graduale nelle varie opere dei filosofi antichi, incominciando dalle più rinculate nel tempo e venendo giù giù sino agli ultimi lavori dell'epoca alessandrina e romana.

Ed invero, da Strabone in poi, come vedemmo, più che speculazioni astratte, si fecero reali e serie osservazioni. Ma, come è noto, sopraggiunse quell'epoca in cui, per la diffusione del cristianesimo e le invasioni dei barbari, le scienze furono abbandonate; quindi il nascente periodo delle ricerche analitiche fu presto soffocato dall'oscurantismo e dal barbarismo fattisi dominatori. Le dense caligini medioevali avvilupparono completamente in un velo fittissimo le splendide faci della scienza antica. Tutto ricadde nel buio, e lunga pezza durarono le tenebre. Alla prossima conferenza il cómpito penoso di rintracciare in così tetro ambiente il *philum* evoluzionistico delle scienze geologiche.

Digitized by Google

Digitized by Google

Conferenza II.

LA MODERNITÀ

La volta scorsa vi ho tratteggiato alla meglio il periodo antico dell'evoluzione storica delle scienze geologiche; vi ho data una pallida idea, se così mi permettete d'esprimermi, delle êre azoica e paleozoica della scienza della terra. Oggi vi parlerò, colla stessa concisione e famigliarità, di quanto si potrebbe dire il mesozoico ed il cenozoico delle nostre discipline. Richiamando anzitutto alla memoria le conclusioni sul periodo antico, noi abbiamo visto, adunque, che il germe fondamentale della geologia è racchiuso nelle primissime cosmogonie dei popoli orientali. Questo germe, come sapete, è tutto nella constatazione del fatto che lo stato presente della terra non è che una tappa di un seguito di trasformazioni, cui dovette sottostare il pianeta dalla sua origine. Posto questo concetto cardinale, che sarebbe, per così dire, il protoplasma primitivo da cui rampollò il *phylum* della scienza, la geologia incomincia: e vedemmo i Greci svilupparlo ampiamente

Digitized by Google

in modo da tracciare le prime linee dell'edificio geologico, e fabbricare, per così dire, quell'ossatura della disciplina, cui soltanto le ulteriori ricerche poterono accollare le polpe. I filosofi greci ed i loro commentatori latini avevano già trasformato il concetto cosmogonico in geogonico: dai fossili, da essi giustamente interpretati, avevano attinto l'idea del rimutarsi alternativo delle aree terrestri e marine; dai vulcani, parimenti compresi con giustezza, avevano tolto il criterio endogeno delle spiegazioni dei cambiamenti tellurici. In altri termini può dirsi che, in essenza, i geologi antichi avevano già portata la scienza a quel punto in cui la trovarono, al principio del nostro secolo, coloro i quali, abbandonando una buona volta le concezioni aprioristiche, si diedero con ogni possa alle ricerche analitiche, e portarono le rudimentali idee, per tanto tempo misconosciute e ferocemente contrastate, a quello stadio meraviglioso di sviluppo in cui si trovano adesso.

I.

Per tutto il medio evo, dopo il generale dissolvimento degli ordini antichi, l'idea geologica giacque assopita, quasi caduta in letargo o trasformata in crisalide. Gli antichi testi greci, cui erano consegnati tanti tesori di scienza, trovarono rifugio nei conventi di Costantinopoli, dove i monaci, nella tranquillità della loro vita contemplativa, avevano tutto il tempo e la calma necessaria per ordinarli e custodirli. Così i Bizantini debbono a buon diritto essere considerati come i conservatori della scienza antica; ma, se ai monaci spetta questo grande merito, spetta a loro anche la grave colpa di non aver voluto

Digitized by Google

conservare tutte le antiche pergamene. Infatti, essendo divenuta la pergamena assai costosa, i monaci pensarono di lavare e di raschiare le antiche, onde avere materiale per scrivervi le loro speculazioni religiose, le loro salmodie, le loro cronache. Durante quindi tutto il periodo dei regni romano-barbari, risultati dalla sovrapposizione della stirpe tedesca alla latina, la scienza, non essendo uscita dai conventi, restò affatto lettera morta. Tal periodo durò tre secoli, dalla caduta dell'impero d'Occidente, proclamata da Odoacre (476), alla caduta dei Longobardi, provocata dalla venuta in Italia di Carlomagno (774), che diede origine all'impero franco-romano, il quale cadde alla sua volta, dopo un sol secolo (887) per lasciare il posto al feudalismo.

Nel periodo romano-barbaro il cristianesimo, riconosciuto religione ufficiale dello stato fino dal 324 da Costantino, era salito a grande potenza, e s'era imposto a tutte le menti, distogliendole da ogni e qualsiasi altra occupazione, che non fosse di materia religiosa. Epperò tutte le opere, che abbiamo di quest'epoca, non riflettono altro che le questioni di chiesa; tuttavia sono per la storia della geologia di un certo quale interesse, poichè quegli scrittori, o santi Padri, si adoperarono precipuamente a commentare il racconto cosmogonico della Bibbia.

Per trovare i primi campioni dei commentatori della genesi biblica bisogna risalire ai primordi dell'êra nostra, quando fioriva in Alessandria d'Egitto la cosidetta scuola dei Neoplatonici, la quale tentava una conciliazione fra il sapere greco e le questioni religiose. Allora la capitale egiziana, sotto la dinastia de' Tolomei, era diventata come una grande università di studî, il centro del movimento intellettuale di tutto il mondo antico. Si trovavano ivi

Digitized by Google

di fronte tutti i dogmi e le tradizioni orientali, ed i sistemi filosofici della civiltà ellenica. Gli Ebrei, che davano il maggior contingente alla popolazione, mentre s'attenevano alle proprie credenze, si erudivano nella filosofia greca, e, naturalmente, nasceva con ciò la combinazione fra i cosidetti libri sacri e gli scritti dei sapienti della Grecia. Filone appare come il capo di questa scuola eclettica religioso-scientifica. Il terreno era quindi propizio, perchè, non appena vi fu fondata una chiesa cristiana, lo sforzo di conciliazione si accentuasse maggiormente. Cominciò ivi quell'applicazione dei dettami scientifici alle proposizioni dei testi religiosi, che si continuò per tutti i secoli e si continua ancora, colla differenza, che nei tempi passati, imperando il dogma, l'operazione tornava assai nociva allo sviluppo delle scienze, mentre oggigiorno, imperando la ragione, essa non rimane che lo sforzo inutile di pochi solitarî, talfiata illustri, ma il più delle volte supinamente ignoranti.

La cosmogonia mosaica, a cominciare dai Padri alessandrini, sui quali emerge Origene, venendo fino ai Padri latini, alla cui testa è Agostino, fu commentata oltre ogni dire, disciolta in centinaia di volumi, sminuzzata fin anco ne' suoi vocaboli, nelle sue sillabe, nelle sue lettere. Non ho la necessaria competenza di patrologia; e quand'anche l'avessi, del che non ho affatto desiderio, mi mancherebbe il tempo per ripescare in tutti gli esameroni dei primi secoli quanto può riguardare le scienze geologiche, e divertire l'uditorio col ricordare certe amene applicazioni della cabala alle questioni esegetiche. Ma posso assicurare, così ad occhio e croce, i miei cortesi uditori, che in quegli scritti religiosi non si contiene niente affatto di scientifica-

Digitized by Google

mente nuovo di ciò che dai Greci e dai Romani già si conosceva in fatto di fenomeni naturali, con questo di svantaggio, che in molte questioni di filosofia naturale i santi Padri sono molto al disotto degli antichi filosofi. E questo dico, perchè, da qualche tempo a questa parte, per solleticare il sentimento conciliativo dei credenti a proposito delle moderne verità scientifiche, si va strombazzando che in quei libri appunto sono adombrate le principali fra le verità stesse, compresa la teoria dell'evoluzione, che, *satana* ieri, oggi vuolsi elevare alla dignità di *angelo*. L'unico fatto che ci può interessare di tutta l'esegesi di quei Padri, è che san Basilio, vissuto nel quarto secolo, parlando nel suo *Esamerone* di varî fenomeni naturali, accenna ai pesci fossili, da lui trovati nel Libano, dicendoli reliquie del diluvio di Noè. Altri Padri accennarono ai fossili, ma senza conclusioni importanti.

Il *philum* della geologia, adunque, nei primordi del medio evo, va riscontrato nelle opere chiesastiche, in cui si mantiene ad un basso livello, quasi una retrogressione dello stato precedente. Colla geologia dividono tutte le scienze la brutta condizione: tuttavia, in mezzo al barbarismo ed al cristianesimo, i due enti che inchiodano l'umanità, sorge, come vivido sprazzo di luce nella notte tenebrosa, il momento di Carlomagno, in cui, per volere di questo grande personaggio, le scienze, le lettere e le arti tornano a fiorire. Ma non fu che il risveglio di un secolo, fra il 700 e l'800, dopodichè tutto ritornò come prima nelle tenebre dell'oscurantesimo.

In questo frattempo, e cioè, mentre l'impero romano, rovinato completamente, lasciava il posto ai regni ro-

Digitized by Google

mano-barbari, cui fe' seguito il secolo del trionfo franco, una grande potenza, sorta nell'ombra e quasi per prodigio, si avanzava a passi giganteschi dalle calde arene dell'Asia Minore e dell'Africa, ove in breve s' era fatta domatrice. Parlo degli Arabi, i quali occuparono in poco tempo quasi tutta la regione mediterranea, e vi si assisero padroni, minacciando di travolgere sotto al proprio scettro tutta l'Europa; progetto che si sarebbe attuato se i Franchi non avessero opposto all'invasione musulmana un argine insuperabile. Gli Arabi, fatti potenti da Maometto e dalla nuova religione da questi propalata, assoggettarono successivamente la Persia, la Siria, la Cilicia, la Mesopotamia, l'Armenia, l'Egitto, la Tripolitania, e tutto il resto dell'Africa settentrionale, donde passarono in Ispagna. Conquistando la Siria e l'Egitto vennero in possesso delle opere dei filosofi greci, che tosto tradussero nella propria lingua e presero a fondamento della propria scienza, da loro, come la storia c'insegna, portata a tanta altezza. Due erano i centri principali della coltura araba, formatisi quando il grande impero arabo, dopo aver fatte le conquiste mentovate, e non avendo saputo assimilarsi, al contrario dei Romani antichi, le popolazioni assoggettate, dovette naturalmente disgregarsi, scindendosi nei tre califfati di Spagna, d'Africa e d'Asia. Il califfato africano fu il solo a proseguire nella politica di conquista, minacciando reiteratamente l'Italia, dopo essersi impadronito delle isole; il califfato di Spagna, invece, sotto gli Omniadi, e quello d'Asia sotto gli Abassidi, rivolsero le cure all'interno, facendo prosperare lo stato e progredire la coltura. A Cordova ed a Bagdad si stabilirono due grandi centri intellettuali; lo studio della natura fu tenuto in grande

Digitized by Google

onore; numerosi istituti d'istruzione e molte biblioteche sorsero dappertutto; Aristotile fu il testo per eccellenza, tradotto da Avicenna per gli Orientali, e da Averroe per gli Occidentali.

Anche per la geologia quindi dobbiamo agli Arabi il merito d'averla coltivata in tempi in cui nessun altro popolo del mondo manco sognava esistesse. Dalle contrade elleniche e latine, ove rifulse splendida un giorno, la scienza del globo, come gli animali quaternarî sopraffatti dalla bufera glaciale, aveva cercato rifugio altrove, sia ritornando in quell'Oriente da cui era partita sotto forma di mistiche cosmogonie, sia spostandosi verso l'estremo limite occidentale del mondo allora conosciuto. Sfortunatamente anche per gli Arabi siamo nelle stesse condizioni disgraziate che deplorammo pei Greci e pei Romani; la maggior parte delle loro opere scientifiche andò distrutta, e, per di più, di quelle poche che ancora rimangono non tutte furono nè studiate nè tradotte. Comunque sia a questo riguardo, a noi basta sapere che gli Arabi — prescindendo dalla cosmogonia del Corano, la quale non è altro che un puerile pasticcio, fatto con un miscuglio di tradizioni bibliche e persiane — non trascurarono le ricerche geologiche, ed a prova di ciò abbiamo quattro nomi rispettabilissimi: Avicenna, Omar, Kazwini e Makrizi. Si capisce che costoro, come tutti gli altri, non facevano puramente il naturalista di professione, e tanto meno il geologo; erano letterati in genere, filosofi, storici, medici, e tutto quanto d'altro si può immaginare. Tuttavia i nostri personaggi si sono tanto occupati di geologia da apparirci con sistemi abbastanza definiti; ed invero, quello d'Avicenna ha un certo qual carattere plutonistico, men-

Digitized by Google

tre quello d'Omar appare decisamente nettunistico. Così, come vedemmo presso i Greci, delinearonsi anche presso gli Arabi le due scuole opposte, che dovevano poi menare tanto scalpore tra il decimottavo e decimonono secolo.

Di Avicenna, vissuto nell'undecimo secolo, ci rimane un opuscoletto sulla genesi e sulla classificazione dei minerali, nel quale troviamo un capitolo risguardante l'origine delle montagne. A questo riguardo egli scrive: « Le montagne sono formate, le une da cause essenziali, le altre da cause accidentali. Come causa essenziale si possono citare i violenti terremoti, per cui il suolo vien sollevato e diventa montagna. La principale causa accidentale è l'escavazione esercitata dall'acqua, per cui si producono le cavità, e le terre vicine si separano formando prominenze ». Aggiunge inoltre che « su molte roccie si vedono impronte di animali aquatici, il che prova che siffatte pietre furon deposte sotto al mare; oppure può essere che derivino dall'antico fango marino che inondò per lo addietro il globo ». Dello stesso secolo di Avicenna fu il califfo Omar, soprannominato il sapiente, il quale, confrontando le carte geografiche del suo tempo con quelle degli astronomi indiani e persiani risalenti a due mila anni addietro, si accorse che i litorali marini non erano più delimitati da linee uguali. In base a questo fatto egli scrisse un' opera sul ritiro del mare, asserendo che nei tempi istorici erano avvenute notevoli varianti nella configurazione delle coste dell'Asia Minore, e che, in certe epoche più antiche, l'estensione del mare era stata molto più considerevole, come ne fanno fede le sorgenti salate e le paludi sparse nell'interno dell'Asia. L'Hoff ha messo innanzi la supposizione che l'Omar abbia ricavata la sua teorica perlu-

Digitized by Google

strando il mar Caspio, i cui cangiamenti di livello, anche storici, si mostrano con prove assai evidenti; e può darsi sia stato così.

Ciò che non ammette dubbio si è che il citato sistema dell'Omar fu trovato in contraddizione con certi passi del Corano, forse perchè ammetteva pel ritiro del mare un tempo maggiore dei secoli contemplati nel supremo codice islamistico, e l'autore, anzichè ritrattarsi pubblicamente, come gli fu ingiunto, preferì l'esilio. Guai a lui se fosse rimasto in patria mantenendo le sue idee! Gli Arabi, in materia religiosa, non furono da meno dei nostri inquisitori. Contro il Corano, come contro la Bibbia, nessuno poteva andare, pena le più atroci torture e la morte, ed anche l'Arabia vanta i suoi Giordano Bruno, che pagarono il fio del loro animo ribelle, se non col fuoco, colla scure e collo staffile. A proposito dell'intransigenza coranica mi permetterò ricordarvi il fatto che, allorquando gli Arabi conquistarono Alessandria d'Egitto, il generale Amru chiese al califfo (era un altro Omar) che cosa dovesse farne della ricchissima biblioteca alessandrina. Ed Omar rispose: « Gli scritti dei Greci, o sono conformi al Corano o discordi; se conformi, sono inutili e non si debbono conservare; se discordi, sono pericolosi e si debbono abbruciare ». Che ne dite, o signori, di così grazioso dilemma? Ma torniamo ai geologi.

Importantissimo per la nostra storia è il libro di Mohammed Kazwini, vissuto sulla fine del tredicesimo secolo. Questo libro conservasi tuttora presso la Biblioteca nazionale di Parigi e fu tradotto in francese. Intitolasi: *Le meraviglie della natura,* e nella parte geologica mostra un grande progresso sulle idee di Avicenna. Questi,

Digitized by Google

infatti, parlò di terremoti come causa meccanica essenziale della formazione dei monti, ma non ne indagò l'origine; il Kazwini invece parla formalmente di vapori sotterranei, cui debbonsi attribuire i movimenti della terra, le sorgenti e le miniere. Per di più il Kazwini emise altre giuste idee sulla forma della terra e su varie questioni astronomiche e geografiche, tanto che il Beaumont stesso ne fu meravigliato e dedicò al sapiente arabo uno studio speciale. Andrei troppo per le lunghe se cedessi alla tentazione di citarvi quei passi che preludiano alla filosofia newtoniana; mi accontenterò di dirvi che le idee del Kazwini circa l'oscillazione dei continenti, idee che vedremo rinascere collo Stenone, sono espresse in forma al tutto allegorica. Un uomo fortunato, che doveva avere bevuto a grandi dosi l'elixire della lunga vita, riferisce, in sostanza, di essere ritornato più volte, ad intervalli di cinque secoli, in un dato punto della terra, e che, ogni volta egli ritornava in quel posto, lo trovava sempre in condizioni diverse dalle precedenti. Dapprima vi aveva trovato una possente città; poi un semplice pascolo; poi un bacino di mare; poi una gran riviera asciutta; infine, di nuovo, una fiorente città. Ecco qui, con bella metafora, tutta l'idea geologica delle epoche successive! Chissà che l'autore non l'abbia a bella posta velata, per non incontrare fastidî, come quei che avevano osato parlare liberamente!

Il Makrizi, infine, vissuto sullo scorcio del quattordicesimo secolo, scrisse due trattati: l'uno sui minerali e l'altro sulle miniere. Il suo nome originario era Ahmed, ma fu generalmente conosciuto con quello di Makrizi, dal titolo del borgo donde veniva; come, per citarvi un esempio recente, il nome di Cavour è più conosciuto che non quello

Digitized by Google

di Benso. Altri studiosi di pietre vantarono gli Arabi, e questa è una caratteristica della loro geologia. Essi ricavarono dagli scritti greci e latini i principali concetti relativi ai fenomeni tellurici presenti e passati, riproducendo, in certa qual guisa, le due scuole nettunistica e plutonistica; ma vi aggiunsero di proprio molte importanti osservazioni, che probabilmente agli antichi erano sfuggite. Cogli Arabi prende piede specialmente il principio classificativo dei varî oggetti e fenomeni che si riscontrano in natura, e siffatto artificio è assolutamente indispensabile perchè lo studio possa progredire con sicurezza. Senza le classificazioni, delle quali nessuna è natura e scienza nel genuino significato, gli studî naturali sarebbero rimasti allo stato di indigesta congerie di nozioni, ed in questa il *philum* evolutivo si sarebbe sospeso o deviato. Anche l'analisi geologica deve ricorrere alla classificazione per procedere ordinatamente; epperò il merito degli Arabi è inestimabile a questo riguardo.

Con ciò abbiamo visto che, mentre l'Europa cristiana si agitava nelle tenebre della barbarie, la civiltà trionfava ancora dalle rive del Guadalquivir a quelle dell'Indo, nelle vaste contrade conquistate dai Musulmani e da loro seminate di magnifiche, popolose città. Durò fino al secolo tredicesimo all'incirca la grandezza degli Arabi, influendo fortemente sulla coltura delle altre regioni, i cui stessi migliori ingegni tutto dovevano alla scienza musulmana: poi, tanto in Ispagna che in Africa ed in Asia, la loro potenza andò gradatamente decrescendo, fino a scomparire del tutto. Un nuovo pericolo s'affacciò alla cristianità: l'invasione dei Turchi, i quali, scendendo dal cuore dell'Asia, s'erano già

Digitized by Google

sovrapposti agli Arabi, come qualche secolo prima i Germani s'erano sostituiti alla romanità. Ma questo evento per l'Europa tardò ancora qualche secolo. Un altro popolo barbaro intanto, il normanno, staccandosi dalle gelide plaghe scandinave, s'era riversato sulla porzione settentrionale dell'Europa; ma, a differenza degli Arabi, che avevano imposto ai vinti la propria coltura, essi si adattarono invece a quella dei popoli conquistati. Resta adunque agli Arabi il merito di aver riportata in Europa la scienza: giustizia vuole però che una parte di questo merito venga assegnata anche a quegli Ebrei, i quali, nello stesso giro di tempo, perseguitati in Oriente, si rifugiarono da noi, importandoci buoni elementi di coltura scientifica.

La sapienza dei Greci antichi tornò adunque in vigore da noi, perchè ci furono portati i loro testi. In fatto di geologia, come delle scienze fisico-naturali in genere, il testo classico era Aristotile. Ma devo affrettarmi subito a far osservare che si trattava di un Aristotile molto lontano dal vero. Gli Arabi lo avevano tradotto dai documenti siriaci, ed i filosofi medioevali avevan cavata dalla araba una traduzione latina; epperò si capisce come in queste tre versioni siansi fatte, in buona ed in mala fede, molte alterazioni. L'Aristotile, perciò, che corse per le scuole del medio evo non era genuino, bensì pieno di inesattezze per difetto di traduzione, e per di più camuffato da religioso, nell'interesse della chiesa predominante. Seguendo il filo della nostra storia ci troviamo, verso il secolo decimo, in pieno periodo feudale, il quale dura fino al termine del dodicesimo, dopodichè succede il periodo comunale, che si prolunga due secoli, fino al ristabilimento delle monarchie, colle quali si entra, per un

Digitized by Google

complesso di fenomeni storici importantissimi, nell'evo moderno.

Il secolo decimo fu un'epoca di lotte e di violenze: una generale desolazione opprimeva il mondo, perchè i vangeli, secondo gl'interpreti d'allora, ne avevano segnata la fine coll'apparire dell'anno mille. Questa fatale predizione aveva spaventato i popoli, i quali, abbandonando ogni altra cosa, non pensavano che a prepararsi, con pratiche religiose spinte all'esagerazione ed al fanatismo, al grande momento. Invece il mille spuntò, tranquillo come il ritorno d'ogni anno in questa eterna carola del pianeta; la tanto temuta catastrofe svanì come un sogno, e restarono con parecchi palmi di naso quei citrulli che, all'approssimarsi della terribile data, e certo allo scopo di accaparrarsi i beni celesti, avevano fatta regolare cessione ai conventi di tutte le loro sostanze.

I secoli undecimo e dodicesimo diedero le crociate, e, nel frattempo, diradaronsi alquanto le caligini medioevali, sicchè le nazioni cominciarono gradatamente a risorgere dalle condizioni brute in cui giacevano da tanti anni, inaugurando quel che appunto dagli storici suol dirsi: il primo rinascimento. Le crociate, avendo favorito assai il progresso materiale dei popoli europei, ne sollecitarono eziandio lo sviluppo intellettuale; ciò pel fatto che l'embrionale civiltà d'Occidente venne con quelle spedizioni a contatto della civiltà araba, ch'era ancora in fiore, e della greca, la quale, benchè decrepita, conservava pur sempre, come bellissima matrona, i titoli precipui della sua gloria intellettuale. Questo contatto produsse, come già all'epoca d'Alessandro, la fusione del mondo antico col mondo nuovo, e da questa fusione n'avvantag-

Digitized by Google

giarono grandemente le scienze. Ma i tempi non erano ancor maturi per uno sviluppo razionale delle scienze stesse: i sentimenti religiosi, in assoluta prevalenza, strozzavano la ragione, e ad essa non chiedevano se non quanto potesse sembrare una conferma purchessia delle credenze. Per di più il popolo non aveva modo alcuno d'istruirsi; la nobiltà sdegnava di dedicarsi allo studio, epperò il solo clero restava padrone del campo, e tutte le scienze erano in sua mano.

Questo grande fenomeno della storia delle scienze, e cioè, del monopolio scientifico delle religioni, l'abbiamo già riscontrato presso le antiche civiltà; ma corre una grande differenza fra le due epoche. Gli antichi erano assai più tolleranti in materia religiosa: e difatti troviamo molti filosofi che poterono liberamente professare le proprie opinioni, discutendo, interpretando ed accettando o meno i dogmi e le divinità. Probabilmente ciò dipendeva dal fatto che il politeismo non poteva scapitare distruggendo qualche dio, od aumentando l'olimpo di qualche nuova cattedra od incarico. Invece il clero medioevale, divenuto potente, sia per le acquistate ricchezze, sia per l'importanza del suo ministero in faccia alle genti, era quanto si può immaginare di più intollerante: depositario unico del sapere umano, esso non voleva nè permetteva che altri se ne occupasse, pena i più gravi fastidî ed anche la morte. Così, mentre gli antichi materialisti ed atei, come Epicuro, Lucrezio e Plinio, avevano potuto vivere tranquillamente, fra il generale rispetto, malgrado le loro dottrine antireligiose, i liberi pensatori del medio evo, e di tempi a noi più vicini, segnalati al disprezzo delle turbe come eretici, fulminati dagli anatemi,

Digitized by Google

venivano distrutti nei modi più studiatamente crudeli. Nè è a dirsi che il cristianesimo si prendesse con ciò la rivincita delle persecuzioni patite nei primordi del suo sviluppo sotto gli imperatori romani; imperocchè è omai certo che a quei tempi i cristiani venivano perseguitati, non tanto per le credenze religiose, quanto per veri e proprî motivi politici. Ad ogni modo è positivo, e la storia in questo caso non è avara di esempî, che, a cominciare dal primo rinascimento fino, si può dire, ai tempi della rivoluzione francese, la libera scienza non potè essere coltivata, tranne da pochissimi e solitarî intelletti, che pagarono quasi sempre ben caro il fio del loro ardimento. Questo spiega perchè le scienze geologiche, le cui pietre fondamentali erano già state poste, come dimostrai, dai filosofi greci, romani ed arabi, dovettero aspettare tanti e tanti secoli ancora prima di poter liberamente svilupparsi, come gemme delicate sorprese al loro schiudersi da nuovi geli invernali.

Col primo risorgimento medievale sarebbe stato molto facile il far progredire la geologia, dal momento che i due cardini fondamentali erano stabiliti, e cioè: la vera natura dei fossili, coi quali si spiega tutta la geologia stratigrafica, e la natura delle forze interne del globo, colle quali si spiega tutta l'endografica; invece si tornò daccapo a discutere se i fossili eran proprio fossili, nel significato paleontologico così bene intuito dagli antichi, e se la terra derivava dall'acqua, o dal fuoco, o da chissà quale altro misterioso fattore. E si tornò daccapo di un ben lungo cammino, giacchè la verità sui fossili, che a noi moderni appare così spontanea, così ovvia, così facile,

Digitized by Google

come l'uovo ritto ai compagni di Colombo, non era stata conquistata dall'antichità che dopo un gran lungo periodo di tempo, periodo ancor più lungo, e di molto, di quello che corse dal secolo dodicesimo al principio del nostro, quando la geologia potè dirsi definitivamente costituita. Qui, adunque, la nostra evoluzione delle scienze geologiche, dopo l'arresto inevitabile dei secoli del barbarismo, fece col primo risorgimento un grande passo indietro, ripiegandosi quasi su sè stessa: e ci vollero molti anni e fortunati avvenimenti perchè il *philum* così ripiegato si risvolgesse lentamente, riprendendo l'antico cammino.

Le scienze, tornate in certo qual vigore al tempo delle crociate e della cavalleria, furono coltivate dai cosidetti scolastici. È presto capito, da quanto dicevo or ora, in che cosa consistesse la scolastica. Si trattava di trovare una via di mezzo fra i dogmi della religione ed i portati della sapienza antica, ma a patto che i dogmi, cosa intangibile, non ne soffrissero danno. Fu quindi un lavoro assai penoso compiuto dagli scolastici medievali intorno al testo aristotelico: lo si commentò, lo si interpretò, lo si stirò e deformò in mille guise, come giocattolo di gomma elastica. Si scrissero infinite opere per spiegare con Aristotile e con Mosè i fenomeni naturali; ed in verità bisogna riconoscere che fra gli scolastici ci fossero degli ingegni poderosi per escogitare tante sottigliezze, come non si può negare l'ingegno ai tanti illustri avvocati, che pur difendono spesso cause sballate. Ecco perchè io, per mio conto, non approvo quegli storici delle scienze, i quali, non appena debbono parlare dell'epoca della scolastica, si fanno senz'altro a menar botte da orbi su quei poveri filosofi, quando non preferiscano, per far

Digitized by Google

più presto, di limitarsi a sghignazzare alle loro spalle. Ma colui che professa la teoria dell'evoluzione, come chi vi parla ed il 95 per cento dei veri naturalisti viventi, non deve tenere questo contegno verso gli scolastici. Chi fra gli zoologi, a mo' d'esempio, rimprovererebbe le deformità ad un organismo, quando queste deformità fossero state conseguenza inevitabile dell'ambiente sul suo corpo? Così è degli scolastici, i quali, vivendo in un ambiente dove, per le leggi indefettibili della lotta per la vita, non era possibile altro, dovettero di necessità forzare il proprio ingegno nel letto di Procuste della scienza dominante. Si rimproveri adunque e si condanni il sistema; ma i singoli scrittori della scolastica, anzichè giudicarli alla luce della scienza moderna, si riportino nell'aria in cui vissero, ed in relazione ai loro tempi se ne critichino le opere. Vedrassi allora come molte delle loro speculazioni scientifiche, non potendo assolutamente svincolarsi dalle strettoie dei dogmi e della fisica aristotelica, la doppia muraglia cinese delle scienze medievali, avevano in sè stesse perfetta ragion d'essere, come certe faccie deformate dei cristalli, all'occhio del mineralogo, sono pur sempre le faccie delle stesse forme, i prodotti delle stesse leggi d'orientamento.

A questo punto dovrei parlarvi dei dottori scolastici che continuarono l'opera esegetica dei già ricordati Padri dei primi secoli del cristianesimo. Infatti molti commenti sulla cosmogonia mosaica apparvero tra il dodicesimo ed il quindicesimo secolo, ma poichè la scienza geologica vi è troppo offuscata dagli interminabili ragionamenti mistici, così quegli scritti, importantissimi in fatto di religione, non hanno interesse diretto pel caso nostro. Le

Digitized by Google

puerili affermazioni della genesi biblica vi sono commentate piuttosto in quanto riguarda l'uomo, che in ciò che riguarda la natura, le leggi della quale, in mancanza di una vera scienza positiva, erano dagli scolastici affatto ignorate. Di ciò che interessa la geologia troviamo nella filosofia scolastica un sol punto importante: quello, cioè, che riguarda la natura dei fossili. Gli scolastici, fondandosi sulla incertezza aristotelica a proposito dei fossili, incertezza di cui v'ho parlato a suo tempo, fabbricarono un mondo di cose per spiegarne l'origine, scartando *a priori* la loro vera derivazione organica. Si spacciarono quindi, nell'epoca di cui ci occupiamo, una quantità di ipotesi intorno ai fossili, per sostenerne l'origine inorganica. I fossili si solevano chiamare allora col nome di pietre figurate od *idiomorfe:* ragione per cui io raggruppo tutte le dissertazioni della scolastica al riguardo sotto il nome di *idiomorfismo,* fabbricando il vocabolo, in attesa ch'altri ne sostituisca uno migliore. Come ragionavano gli scolastici sulle pietre figurate? Essi vedevano che i varî minerali, oltre all'assumere le regolari forme cristalline, mostravansi spesse volte in ramificazioni perfettamente simili ai vegetali; vedevano il ghiaccio formarsi sui vetri in mille forme strane, pure arborescenti, e la neve assumere svariatissimi aspetti; trovavano certe pietre, come le agate, i marmi paesiniformi ed i calcari incrostanti, che rappresentavano perfettamente oggetti artificiali; trovavano nei terreni le selci lavorate dall'uomo, ma ch'essi non potevano ancora supporre tali; avevano, insomma, dinanzi a sè tanti e tanti oggetti inorganici con forme simili ad organismi o prodotti umani, che non doveva parere strano a loro di conglobarvi anche i

Digitized by Google

fossili. È quindi chiaro che gli idiomorfisti non avevano poi quel gran torto che loro si fa da tutti, coll'abbracciare l'idea inorganica dei fossili, in quanto che, se si considerano le condizioni scientifiche d'allora, e si pon mente che la generazione spontanea di qualsiasi forma organica dalla materia inorganica era ammessa come assioma, sotto la paternità d'Aristotile, non si tarda a capire che tale idea doveva essere ai loro occhi la più vera e la più naturale.

Mi occorrerebbe un'intera conferenza per riassumere convenientemente tutte le ipotesi idiomorfistiche che furono spacciate, a cominciare dal dodicesimo secolo, e delle quali alcuni tipi riescirono a persistere aberrando od a riprodursi per atavismo persino nel secolo scorso. Mi è giocoforza limitarmi ad un fugacissimo sommario. Da principio si solevano considerare i fossili come semplici giuochi o scherzi della natura — *lusus naturae* — od effetti del caso. Buon numero degli scrittori scolastici si attiene a questa sbrigativa opinione, che ha fondamento sul concetto della ubiquità delle produzioni della natura e della possibilità di origine di qualsiasi corpo in ogni punto del globo. La natura — così ragionavano i sostenitori degli scherzi — è dovunque la medesima e contiene, tanto nella terra come nel mare, gli elementi delle stesse cose; epperò la terra può essere capace coi proprî sali di produrre conchiglie ed altre forme animali, senza bisogno dell'intervento del mare. Con queste vedute vennero quindi considerati alla stessa stregua, e ritenuti di identica origine, tanto i molluschi ed i pesci fossili, quanto le agate dai disegni capricciosi, i marmi arborizzati e paesiniformi, le selci lavorate dei popoli preistorici, le scorie delle fornaci bizzarramente configurate, le radici che affettano la forma di qualche

Digitized by Google

oggetto od animale, i calcoli vescicali, e via dicendo. Due altre teorie idiomorfistiche erano quelle che facevano derivare i fossili o dall'influenza degli astri, o da una forza creatrice misteriosa, plastica, latente nella terra. Quest'ultima, convalidata da certi accenni di Aristotile, fu la più accetta tra i fisici medioevali: fu, insomma, quel che si direbbe la versione ufficiale. Alcuni spiegavano la natura e l'attività di siffatta forza creatrice ragionando a questo modo: esiste una forza sconosciuta che ha dato origine alle piante ed agli animali attuali; questa forza riuscì alla creazione delle forme viventi mediante ripetuti saggi, i quali però non ebbero sempre esito felice; i fossili sono adunque il risultato dei saggi creativi falliti, dei tentativi abortiti. Altri sostituivano al concetto metafisico d'una forza astratta il concetto teologico del Dio creatore: supponevano ch'egli avesse creato tutti gli organismi col modellarli dapprima in creta e col vivificarli poscia mediante il proprio alito; sfortunatamente alcuni modelli non ricevettero il soffio divino e restarono ancora allo stato di pietra. A queste ipotesi fecero seguito più tardi, col degenerare della scolastica, altre più strampalate spiegazioni, come vedremo a momenti.

La geologia medioevale si può quindi ritenere come affatto negativa, perchè, mancando il concetto paleontologico, che è il nocciolo dell'idea geologica, questa naturalmente non poteva sussistere. Per tutto quanto poi si riferisce a quelle branche geologiche che non hanno rapporti colla paleontologia, la scienza medioevale non era che un pallido riflesso delle conoscenze degli antichi filosofi greci. Il sistema tolemaico, accettato in astronomia, era la base di ogni speculazione sulla terra.

Digitized by Google

Lasciando stare, come dissi, gli scritti puramente esegetici di cui abbondò la scolastica, troviamo due grandi nomi che possono rappresentare, in certo qual modo, il corpo delle dottrine geologiche medioevali. L'uno è l'enciclopedico Alberto Magno, gloria fulgidissima del secolo tredicesimo, contemporaneo di Bacone; l'altro è il nostro sommo poeta Alighieri. Alberto Magno, dotato di enciclopedico ingegno, s'era completamente assimilata la scienza dell'antichità, illustrandola con opere poderose ed originali. Fra queste opere havvene pur una sui minerali, assai interessante per la nostra storia, poichè vi sono tante notizie che risguarderebbero la geologia petrografica e montanistica; anche i fossili vi sono accennati e riconosciuti nella loro origine organica.

Dante, alla sua volta, sarebbe un precursore della geologia per una sua dissertazione, la cui autenticità è però messa in dubbio da taluno, intorno alla forma del globo terraqueo. Lo Stoppani, negli ultimi anni della sua vita, venne a conoscenza di questo scritto prezioso e ne parlò diffusamente; anche il Suess, nella recentissima magistrale sua opera, gli dedicò alcune pagine. Dippoi altri geologi ne fecero cenno, ed anche un mese fa comparve un articolo in proposito sulla *Nature* inglese. Lo Stoppani dimostrò come in questa dissertazione dantesca siano affermati o presagiti nove veri, e cioè: 1° La luna come causa principale delle maree; 2° Uguaglianza del livello del mare; 3° Forza centripeta; 4° Sfericità della terra; 5° Le terre asciutte come semplice gibbosità della sfera terrestre; 6° Aggruppamento boreale dei continenti; 7° Attrazione universale; 8° Elasticità dei vapori come forza motrice; 9° Sollevamento dei continenti. Ognun vede come tutti questi asserti entrino nel

Digitized by Google

dominio della geologia, e come il più importante sia quello dei sollevamenti. Dante suppone la terra sferica e come rinchiusa entro una sfera concentrica d'acqua, perfettamente uguale e livellata: da questa seconda sfera emergono i continenti, i quali non sono che gibbosità della terra, prodotte dalla forza sollevante delle stelle, sia che questa innalzi la terra per attrazione, come il magnete attrae il ferro, oppure per compulsione, generando nel suo seno vapori impellenti. Come si vede, qui c'è già l'idea orogenica che colla paleontologica forma l'essenza della geologia; sfortunatamente vi manca quest'ultima, che, tranne Alberto Magno, fu estranea al medio evo. Una seconda eccezione che, per quanto io ne sappia, si possa trovare a questo fatto storico della geologia, sarebbe data dal Boccaccio, il quale, nel suo romanzo *Il Filocopo,* scritto nel 1341, accenna alle conchiglie fossili di cui rigurgitano i terreni subappennini, e ne parla in modo assai figurato, riconoscendovi le prove del soggiorno del mare sul continente.

II.

Col secondo risorgimento, iniziatosi sullo scorcio del secolo decimoquinto, l'evoluzione delle scienze geologiche riprende regolarmente il suo cammino. Questo secondo risorgimento segna la fine del medio evo, e fu una vera rivoluzione intellettuale, la cui gloria spetta intera agli Italiani. È quanto si conosce da tutti sotto il nome antonomasico di *Rinascenza.* Le cagioni di questa rinascenza sono varie e complesse: pur tuttavia, volendone indicare solo le principali, e queste raggrupparle all' ingrosso in categorie, sarebbero quattro: l'invenzione della

Digitized by Google

stampa, la venuta dei Turchi sul Bosforo, la scoperta dell'America e del passaggio alle Indie per il capo di Buona Speranza, e la riforma luterana. Non ho il tempo, nè sarebbe il caso, di analizzare qui ciascuno di questi grandi fattori: si capisce d'altronde facilmente come la stampa abbia divulgato il sapere, rendendolo accessibile a tutti, le scoperte di nuove terre aperti nuovi orizzonti di studio, e la riforma luterana iniziata quella critica che è indispensabile pel progresso d'ogni scienza. Più importante per la nostra storia fu l'occupazione fatta dai Turchi di Costantinopoli, inquantochè i dotti greci, che, come dissi da principio, erano i depositarî dei testi antichi, fuggendo le persecuzioni e la rovina della loro patria, rifugiaronsi in Italia, portando seco i loro libri. I nostri eruditi gettaronsi allora, con vera avidità, su quelle fonti genuine della sapienza antica, e con sorpresa scoprirono molti nuovi testi e s'accorsero che i già conosciuti, Aristotile compreso, erano molto ben diversi dalle traduzioni latine spacciate nel medio evo. Ne venne di conseguenza un ardore di studio non mai provato; la conoscenza dei veri classici spinse alle ricerche della natura; cominciò la ribellione ai dogmi, che, per tanti secoli, avevan tenuta schiava la ragione, e si capì finalmente che prima di inventare e speculare occorreva osservare e sperimentare.

D'altra parte i teologi, i quali fino allora avevano spadroneggiato nel campo scientifico, invece di adattarsi prudentemente alle nuove condizioni d'ambiente che venivano creandosi, si chiusero ancor più strettamente nella propria rôcca, e continuarono, in barba alle nuove scoperte, a sostenere le idee più assurde. Così, in fatto di

Digitized by Google

scienze geologiche, mentre la Rinascenza ne facilitava l'evoluzione, i teologi tentarono arrestarne lo sviluppo, continuando nelle teorie della scolastica, non solo, ma spingendole fino al più alto grado di assurdità e di stravaganza. Ma la resistenza generale dei credenti fu momentanea; ormai non era più possibile spiegare i fossili coll'idiomorfismo, come non fu più possibile mantenere a nessun costo l'errore geocentrico del sistema tolemaico. Molti teologi dovettero quindi, come chi non può negare il sole quando questo dardeggia i suoi raggi infuocati sulla terra, adattarsi a riconoscere nei fossili i veri avanzi di organismi in altri tempi vissuti, e frattanto si venivano gradatamente spegnendo i tipi aberranti dell' idiomorfismo. Ma come se la cavarono in questa faccenda? È presto detto: la Bibbia parla di un diluvio universale: quindi il diluvio, e non altro, è stato la causa dei fossili. Sorse così, sullo scorcio del millequattrocento, la teoria geologica del diluvianismo, di cui vedemmo le radici in Tertulliano e san Basilio, e tosto prese il sopravvento e durò padrona per un paio di secoli, spingendo qualche ultimo rampollo sino al principio del secolo nostro.

L'evoluzione delle scienze geologiche ci si presenta quindi divisa in due tronchi: da una parte abbiamo il *philum* scolastico, tradizionalista, proveniente dalla fusione dei dogmi religiosi coi testi greci apportati dagli Arabi e dagli Ebrei, che prosegue generando il diluvianismo, mentre un ramo viene a morire coll'idiomorfismo dei neoscolastici; dall'altra parte abbiamo il *philum* genuino positivo derivante dai Greci, che, dopo essere rimasto per tutto il medio evo come incistato, riprende il cammino evoluzionistico coi veri geologi della Rinascenza. Dob-

Digitized by Google

biamo perciò scindere la nostra narrazione per parlare dei due *philum,* cominciando, per logica necessità, dal *philum* tradizionalista. Vediamo dunque brevemente gli idiomorfisti neo-scolastici ed i diluvianisti. Nei primi manca affatto l'idea geologica; nei secondi appare solo l'idea paleontologica rudimentale, ma annegata, per così dire, nel geogonismo biblico.

All'epoca della Rinascenza, la scolastica, attaccata da ogni parte, stava per crollare; ma, invece di morire onoratamente d'un colpo dinanzi alle verità fattesi trionfanti, volle combattere ad oltranza, e muovere così incontro ad una morte vergognosa, lenta, quasi per marasmo. Per combattere, diventò naturalmente sofistica, cavillosa, petulante: non s'appoggiò più ad argomentazioni posate, a serie speculazioni, ma ad un nugolo di sottigliezze e di paradossi; ai fatti oppose le più sciocche invenzioni, le più assurde ipotesi; e più le ipotesi erano stravaganti ed extranaturali, più si portavano in trionfo e si credeva di vincere con esse. Insomma degenerò a tanto la scolastica, che ne furono nauseati gli stessi credenti, rifugiatisi provvidamente in seno alla teoria del diluvio. Scoppiarono quindi i dissensi fra i credenti stessi: da una parte gli idiomorfisti, forti d'Aristotile, dall'altra i diluvianisti, forti della Bibbia, combattevano accanitamente ciascuno pel trionfo delle proprie idee, ciascuno accusando l'avversario d'essere in errore.

Non è a dire quante e quante stramberie vennero allora spacciate per riguardo ai fossili. Oltre alle antiche teoriche idiomorfistiche degli scherzi della natura, dell'influenza delle stelle e della forza plastica, professate ancora da molti fisici neo-scolastici, vennero tirati

Digitized by Google

in ballo: e la materia grassa che fermenta, ed i movimenti vorticosi delle esalazioni terrestri, e le arcane potenzialità dell'allume che sta sotterra, ed il succo nutritivo lapidifico che feconda le roccie, e le pietre che vegetano, le pietre che sentono, che gestano e partoriscono! Con queste ultime, che son messe in giro sullo scorcio del secolo decimosesto, assistiamo già ad un'ultima trasformazione dell'idiomorfismo: invero il concetto organico sui fossili comincia a farsi strada, epperò troviamo molti autori che ritengono i fossili come avanzi degli orribili pasti dei Lestrigoni o dei Trogloditi; altri che vi scorgono pietrificazioni di bestie malefiche operate dai santi; altri che li vogliono originati da germi animali preesistenti od immigrati nelle roccie; ed altri, infine, che, a proposito degli ossami fossili, tiran fuori una nuova scienza: la *gigantologia,* quando non li preferiscano supporre avanzi delle sfarzose mense dei Romani antichi. Distinguo col nome di *idiomorfismo pseudorganico* queste ultime ipotesi, le quali dimostrano come, poco per volta, il *philum* aberrante della scolastica venga ad avvicinarsi al *philum* genuino, fino a fondersi in esso.

Ricorderò soltanto, fra i campioni delle varie teorie idiomorfistiche, i nomi più celebri, lasciando in disparte la turba dei carneadi, ch'è pur numerosa. Così tutti coloro che dovrò citare furono eminenti in altri studî scientifici, e l'errore paleontologico non può menomamente offuscare la loro fama. Vi ricorderete che ho già fatta una simile osservazione a proposito dello stesso Aristotile e del buon Plinio.

Fra i sostenitori degli scherzi della natura troviamo il medico cremonese G. B. Olivi, il quale ebbe modo di stu-

Digitized by Google

diare e di descrivere nel 1584 una ricca collezione di fossili esistente nel museo di storia naturale del Calceolari di Verona. La stessa idea pare abbracciasse il Ceruti che incominciò nel 1622 l'illustrazione del museo del Calceolari il giovane. Più sorprendente ancora è l'inglese Lister (1678), il quale, malgrado abbia avute buonissime idee stratigrafiche ed osservato parecchie centinaia di conchiglie marine, siasi anch'egli mostrato un tempo propenso pei *lusus naturae*. Fa parimenti meraviglia il tedesco Bajer, il quale nel 1712 descrive, classifica e disegna molti fossili del territorio di Nuremberg, ma non si vergogna di giudicarli alla stessa stregua dell'Olivi.

Ed era davvero molto comoda questa teoria; ogni fenomeno che avesse avuto appena appena dello straordinario, si spiegava a questo modo, ammettendo cioè i capricci nel *genio delle cose;* la natura, secondo quegli ameni paleontologi, doveva divertirsi nell'imitare ogni cosa, ogni forma animale e vegetale. Ed alla lor volta quei signori si divertivano a ricercare nei fossili, e nelle pietre in genere, le più strane rassomiglianze, come si farebbe adesso, per passatempo, colle nubi, coi ciottoli o colle stalattiti delle grotte. Bisogna leggere i gravi scritti di Kircher, di Becher e di tanti altri che hanno trattato dei giuochi meravigliosi della natura e della sua potenza formatrice, se si vuol fare buon sangue nel sentire così allegre storielle. E non erano soltanto animali o piante, o frammenti degli uni e delle altre, ch'essi vedevano nelle pietre e nei fossili, ma fisionomie addirittura di illustri trapassati, ed intere scene istoriche o mitologiche. Così essi davano ad intendere d'avere scoperta la figura di Cristo e quella di Mosè nella grotta di Baumann; Apollo

Digitized by Google

e le muse in certe agate; la tiara pontificale, l'effigie di Lutero, la barba di Mosè, l'ascensione di Cristo e cento altri fatti religiosi nei pesci fossili di Eisleben; il sole, la luna e le stelle nei marmi conchigliacei, e via di questo passo. Un certo Eiler d'Amburgo, a quanto narra il Leibnitz, andava mostrando a tutti alcune pietre che raffiguravano i più grandi personaggi del secolo, ed in modo speciale si compiaceva di far ammirare le facce di Alessandro VII e della regina Cristina. In una delle miniere di Andreasberg dicevasi essersi trovato nientemeno che Gesù Cristo crocefisso, colla sua brava corona di spine, il tutto formato d'argento puro, ed in un'altra il corpo intero d'un minatore, in pieno assetto di lavoro, parimenti costituito dal prezioso metallo. Ma basta, per carità, chè finirei per urtare i vostri nervi nel seguitare su questa china!

La teorica dell'influenza degli astri vanta tra i suoi paladini il Mercati, il quale ha il grande merito di aver formata la splendida collezione mineralogica che sulla fine del 500 formava una delle rarità più curiose della reggia del papa Sisto V. In questa collezione i fossili abbondavano, ed il Mercati li descrisse e figurò così bene nella sua splendida illustrazione di quel museo, che ancora oggigiorno, sovra i suoi dati, qualunque paleontologo ne potrebbe riconoscere le varie specie. Ma quando il nostro autore si fa a ragionarvi sopra, allora niega che si tratti di conchiglie ed altri residui animali pietrificati, e dopo un lungo discorso sulla materia di cui constano e delle forme che affettano, conclude che sono pietre in tal guisa configurate dall'influenza dei corpi celesti.

La forza plastica contò pure valenti sostenitori, e fu

Digitized by Google

commentata in mille guise, come quella che appariva più ragionevole, perchè derivata dalla scuola aristotelica. In Inghilterra uno dei più celebrati plasticisti fu il Plot, che pubblicò nel 1686 una importante storia naturale dell'Oxfordshire, piena di indicazioni assai utili anche oggigiorno. In Germania cominciò il celebre mineralogista della Rinascenza, Giorgio Bauer, detto Agricola, ed a ragione il padre della metallurgia, a parlare intorno ai fossili, tirando fuori una certa materia grassa che fermenta in seno alla terra e produce le varie forme dei fossili. L'ipotesi fu abbracciata con fervore dai Tedeschi, nè tardò a passare le Alpi; qui da noi fu sostenuta con gran calore dal non meno celebre botanico Andrea Mattioli, il quale, d'altronde, finì per posare un principio non spregevole, e cioè che « un corpo qualunque, purchè poroso e permeabile, da un sugo lapideo può convertirsi in pietra », citando per l'appunto le ossa, le corna ed i testacei fossili dispersi in più punti del suolo italiano. Un altro celebre scienziato italiano del cinquecento, l'anatomico Falloppio di Padova, accettò una consimile teorica, parendogli impossibile che il mare avesse potuto invadere un tempo i dominî delle più alte montagne. Quanto al diluvio noetico, si schierò tra coloro che, col testo aristotelico alla mano, ne negavano l'azione geologica universale, il che conferma come fra alcuni scienziati di quell'epoca Aristotile facesse più autorità che non la Bibbia. Che immaginò, adunque, il Falloppio per ispiegare i fossili? Disse che provenivano dalla fermentazione, oppure avevano acquistata la loro forma figurata in virtù di certi moti vorticosi cui vanno soggette le esalazioni terrestri. Figuratevi che il grand'uomo spiegava a questo

Digitized by Google

modo alcune difese d'elefante dissotterrate a' suoi giorni nelle Puglie ed alcune olle antiche allora scoperte nel sottosuolo di Roma! Lo stesso servigio rese ai fossili il Boccone, reputato naturalista, il quale non esitò a classificare fra le semplici concrezioni terrose i molti fossili ch'egli cita, provenienti dalla Sicilia, dall'Umbria e dal Tirolo.

Idee dello stesso conio spacciarono cento altri scrittori, insistendo ancor più sull'origine minerale dei fossili. Così il Ghedini, nel 1705, ragionando su alcune belemniti dei contorni di Bologna, che da altri erano ritenute come folgori impietrite, le dichiara concrezioni, al pari delle stalattiti, prodotte da una cristallizzazione confusa avvenuta in seno alla terra. E mezzo secolo più tardi il bernese Bertrand sosteneva la stessa tesi pei fossili in genere, opinando si trattasse di minerali così configurati in virtù d'una specie di cristallizzazione. Nè a questo si fermarono le teorie paleontologiche a base di mineralogia e di chimica. Un accademico linceo, ad esempio, lo Stelluti, scrisse un volume sul legno fossile dell'Umbria, e benchè vi trovasse tutti gli indizî più evidenti della struttura vegetale, pure, probabilmente per amore di novità, si ostinò a supporre che fosse una specie d'argilla così trasformata gradatamente dalle acque solforose coadiuvate dal calore sotterraneo; e la stessa ipotesi usò nello spiegare le ammoniti. Altri ancora, e tra questi il nostro Aldrovandi, supponevano che i fossili si potessero formare in seno alla terra in quei luoghi ove fosse presente un nitro simile a quello del mare ed abbondassero le materie solforose; la regione egiziana, per esempio, aggiungevano essi, è ricca in fossili, perchè le acque del Nilo sono

Digitized by Google

pregne di principî nitrosi. A Luneburgo si scavarono per tempo numerose conchiglie fossili miste a denti di squali, e la maggioranza degli scrittori che ne parlò, da Agricola in poi, amava supporre che tali fossili erano stati originati, per via di misteriose operazioni chimiche, dall'allume di rocca, che, secondo le loro supposizioni, doveva trovarsi in quei paraggi ad una certa profondità del suolo.

Passo a dare qualche saggio di quegli idiomorfisti che, di aberrazione in aberrazione, incominciarono a scorgere nei fossili qualcosa che ricorda lontanamente il regno organico. Una truppa di scrittori dal cinquecento in su sventolò la bandiera della vegetazione delle pietre. Cominciò l'Imperati, che nel 1599 diede alle stampe la sua *Storia naturale,* titolo che dopo Plinio nessuno aveva osato di ostentare; ed in essa, laddove parla dei fossili, pur convenendo che abbiano un tempo vissuto nel mare, ammette che le pietre possono vegetare, producendo oggetti affatto simili ad organismi. L'ipotesi passò dal padre Ferrante nel figlio Francesco, il quale, nel 1610, scrisse un libro *De fossilibus,* per svilupparla maggiormente in opposizione al sistema diluviano. Un altro naturalista accreditato, il Bonanni, si mostrò proclive a preferirla tra le varie ipotesi sui fossili che ricorda nella sua *Ricreazione della mente e dell'occhio* (1681).

Ma chi fra gli italiani ha saputo esporre la teoria della vegetazione delle pietre con molta finezza fu il Baglivi, che nel 1703 pubblicò un libro apposito sull'argomento. Le pietre — così ragiona egli — crescono come i vegetali in forza di uno sviluppo interno (*intus susceptio*), e cioè col veicolo di un liquido che deposita nel loro seno

Digitized by Google

nuove particelle, sicchè la massa, quand'è ancora molle, si dilata ed aumenta; la differenza sta solo in ciò, che mentre nei vegetali l'umore alimentizio passa per organi complicati, nelle pietre traspira invece da poro a poro, e l'acqua del mare, ch'è in continua e lenta circolazione nelle viscere della terra, è appunto il veicolo necessario. Comparando in tal modo la vita vegetativa all'accrescimento minerale, gli riesce quindi la cosa più naturale di questo mondo il perchè delle molte conchiglie fossili scavate ai suoi giorni nelle Calabrie e nelle Puglie, e della lunga zanna d'elefante trovata nel 1698 fuori di porta Ostiense a Roma.

In Francia il celebre botanico Tournefort sostenne lo stesso tema, confermando la vegetazione delle pietre col fatto che nella grotta di Antiparo si osservano nella roccia dei modelli di tronchi, di piante fronzute e di cavolifiori. Egli fece rivivere, in certo qual modo, l'idea del Mattioli, opinando che i fossili nascono nelle roccie per virtù di un *succo nutritivo lapidifico,* il che dimostrò in due memorie presentate all'Accademia delle Scienze. Questo succo menò gran rumore come se fosse stato una prodigiosa scoperta; la folla degli scienziati del tempo credette di avere nelle mani la vera spiegazione di qualsiasi fossile. Ond'è che d'allora in poi non si sognarono che pietrificazioni. Litré citò un braccio umano pietrificato; Tommaso Bartholin e De Verney scoprirono cervelli di buoi convertiti in pietra; il grande *Dictionnaire historique* riferì che era stato rinvenuto un feto pietrificato nel cadavere di una donna di Sens; il padre Zahn disse di un busto d'uomo diventato di marmo, esistente nel museo di Worms, e di uno scheletro umano,

Digitized by Google

parimenti pietrificato, rinvenuto in Roma. Un altro autore affermò che il tratto di mare dalla Macedonia alla città di Elide convertiva in pietra tutto quanto in esso si immergeva. Il padre Kircher diede ad intendere che nel 600 un villaggio africano, chiamato Bledoblo, era stato interamente pietrificato in una sol notte. Helmontius riportò che nel 1320, verso il 64° di latitudine, fra la Russia e la Tartaria, presso il lago Kitaya, un'orda intiera di Baskir, uomini, cavalli, utensili, ecc., tutto era stato convertito in pietra.... Dopo questo, io credo, non si sarebbe trovato in grave imbarazzo chi si fosse prefisso di dimostrare a rigore di scienza la trasformazione in salgemma delle carni più o meno procaci della moglie di Lot! È probabile eziandio che il motto comune « restar di sasso » siasi originato a quei tempi di mania pietrificante !

Un'altra scuola di idiomorfisti pseudorganici fu inaugurata dal Quirini, che si fece a studiare i fossili esistenti nel museo Settaliano di Milano. Egli rifiuta la teoria geologica del diluvio universale, perchè osserva che un fenomeno superficiale, quale dovette essere il diluvio noetico, non poteva portare sulla sommità delle montagne, supposte preesistenti, i testacei e tutti gli altri organismi marini; e che, d'altra parte, se realmente il diluvio avesse avuto quelle grandi proporzioni e quella universalità che i geologi suoi contemporanei ammettevano, allora la salinità dei mari sarebbe stata annullata, e, di conseguenza, non avrebbero più potuto vivere specie marine. Spiega perciò l'origine dei fossili, supponendo che nelle roccie esistano i germi degli animali marini associati agli elementi inorganici delle medesime, e che, in presenza dell'umidità, questi germi possano svilupparsi alla stessa

Digitized by Google

guisa che si sviluppano in mare. Un riputatissimo paleontologo inglese, il Lhwyd, che alla fine del secolo decimosettimo pubblicò una splendida iconografia di fossili, numerandone sistematicamente ben 1600, si lasciò allettare da una consimile ipotesi, attribuendo i corpi fossili ad esseri organici, che, disseminati dai venti e dalle acque, penetrarono nell'interno della terra, e vi svilupparono, se non esseri perfetti, abbozzi almeno di vere forme animali. Anche il reputato naturalista svizzero Lang entrò in questo ordine d'idee; e nel 1703 l'illustre segretario perpetuo dell'Accademia di Parigi, il Fontenelle, dichiarava molto plausibile la spiegazione che le conchiglie ed i pesci pietrificati siano stati introdotti dalle correnti sotterranee del mare, oppure che i loro germi siano stati sollevati nelle cavità rocciose dalle esalazioni acquee.

Oltre alla vegetazione e alla germinazione in seno alle pietre, ci fu qualcuno che ammise anche la riproduzione animale, accordando alle roccie nientemeno che la facoltà di partorire. Questo si legge in un apposito trattato dell'Etmullero; d'altra parte, tutti sappiamo che il Cardano, nel suo sistema di filosofia trascendentale, concedeva ai sassi anima e vita. Perfino nel secolo scorso fu messa in giro un'ipotesi di questo conio, secondo la quale una certa *aura seminalis* penetra nel suolo unitamente alle acque filtranti, ed ivi feconda le roccie, donde i fossili, vera carne pietrificata, *caro fossilis*. Altri scrittori, concentrando la loro attenzione su certi fossili, spacciarono non meno assurde istorie. Nessuno ignora come in certi terreni si riscontrino abbondanti, allo stato fossile, i denti di certi grossi squaloidi che vissero nei periodi geologici. Or bene, ai tempi di cui parlo, siffatti fossili

Digitized by Google

non erano sfuggiti alle ricerche dei naturalisti, i quali ne rinvenivano giornalmente in grande quantità, specie nell'isola di Malta e nei pressi di Luneburgo. Come a tutte le più spiccate forme di fossili, anche ad essi avevano affibbiata una denominazione propria, e precisamente quella di « glossopietre », accettando l'opinione del volgo che li riteneva nientemeno che lingue di serpenti pietrificate. La quale opinione voleva che san Paolo avesse tolto ai serpenti la lingua, affinchè non nuocessero all'umanità, e poi di queste lingue, trasformate in pietra, avesse fatto per gli uomini uno strumento di salute, dotandole di preziose facoltà farmaceutiche. In base a ciò, molte persone portavano al collo, incastonate nell'oro e nell'argento, le glossopietre, come preservativo contro i maleficî, oppure le incastravano nelle coppe, come antidoti contro ogni sorta di veleni. Altri piccoli denti fossili di pesci si ritenevano quali occhi di serpenti o calcoli di rospi, e gli aculei degli echinidi dicevansi « bastoni o pietre di san Paolo », perchè si consideravano come serpenti cangiati in pietra da quel santo ofiofobo.

Se a qualcuno de' miei cortesi uditori prendesse vaghezza di erudirsi a questo riguardo, gli consiglio di consultare tre libri: la dissertazione di Francesco Buonamici, inserita negli Opuscoli siciliani, tomo XII, 1668; il seguito dell'illustrazione del museo del Calceolari il giovane, condotta a termine dal Ciocchi, il quale, colla maggiore serietà di questo mondo, spacciò certi denticini fossili per calcoli che annidano nella testa dei rospi, le ammoniti per serpenti pietrificati e arrotolati su sè stessi, arrivando a dare la figura di un fossile, forse un echinodermo, che egli dice un pane di miglio impietrito; e la descrizione,

Digitized by Google

uscita nella seconda metà del seicento, del museo Moscardi di Verona, l'autore della quale, in mezzo alle tante belle cose di cui parla, ci regala, tra i fossili, lenticchie, tartufi, pesche, mandorle, pani di segale e di miglio, e dà le ammoniti per serpenti, le glossopietre per lingue di uccelli e per dente d'un gigante un molare d'un rinoceronte.

Un'ultima categoria degli idiomorfisti pseudorganici abbraccia coloro che spiegarono gli ossami fossili col supporli avanzi d'uomini straordinarî, o di pasti umani e di animali voraci. Alcuni opinarono che gli uomini e gli uccelli da preda avessero esportato dal mare le diverse conchiglie allo scopo di mangiarne il contenuto, e che ne avessero poscia disseminati i gusci sulla terra. Altri capi ameni se la cavarono dicendo che gli ossami e le conchiglie che si rinvengono nel suolo non sono che i residui delle laute imbandigioni che rallegrarono la vita agli antichi Romani. Il Cimarelli, a metà del seicento, parlò delle pietrificazioni abbondanti delle grotte del Vicentino, e le spiegò tranquillamente col supporle l'avanzo dei cibi dei Lestrigoni, che abitavano quelle grotte. Un secolo e mezzo dopo la stessa idea venne in testa al celebre viaggiatore Barrow, il quale, avendo trovato numerose conchiglie fossili al capo di Buona Speranza, sia sulle pendici dei monti, sia nelle caverne, sostenne che sulle montagne erano state portate dagli uccelli marini, e nelle spelonche lasciate dagli Ottentotti trogloditi. Ma per riguardo agli ossami fossili dei grandi mammiferi terziarî e quaternarî fu preferita l'idea dei giganti, che già vedemmo nascere presso i Greci.

Digitized by Google

Dove la scienza gigantologica ebbe le cure maggiori fu in Ispagna, nei tre secoli precedenti il nostro, e colla Spagna divide l'America meridionale il vanto di averla coltivata. Abbondante è la letteratura in proposito; ma io mi guarderò bene dallo snocciolarvi un elenco completo; mi basterà dirvi che lo spagnuolo padre Torrubia, pure essendo un diluvianista convinto, ammise i giganti, e ne descrisse gli ossami nella *Gigantologia española,* e le sue descrizioni non sono tuttodì senza interesse per coloro che si occupano delle ricerche osteologiche sui grandi mammiferi degli ultimi piani geologici. Anche in Italia, come in Francia ed altrove, la gigantologia ebbe i suoi cultori; e questa diffusione della credenza ad un'antica razza di giganti si spiega benissimo quando si considera che, salvo le dimensioni, le ossa degli elefanti e dei mastodonti hanno più analogia con quelle dell'uomo che con quelle degli altri animali, specialmente le ossa delle membra posteriori, le vertebre dorsali e parecchie altre. I geologi francesi, col Cuvier alla testa, parlarono lungamente di certi famosi ossami di mastodonte, tuttodì conservati nel museo di storia naturale in Parigi, la cui storia è molto curiosa. L'11 gennaio 1613 si rinvennero in un deposito di sabbia, presso al castello di Chaumont nel Delfinato, tra le città di Montricaux e Sant'Antonio, alcune ossa, delle quali molte furono frantumate dagli operai. Giacomo Tissot ne diede tosto notizia con un opuscolo, dando ad intendere che tali ossa erano state rinvenute in un sepolcro lungo trenta piedi, assieme con molte medaglie romane, e che dalle parole scritte sulla tomba apparivano gli avanzi di Teutobocco, l'antico re dei Cimbri, che venne a battaglia con Mario 105 anni avanti

Digitized by Google

l'êra cristiana. Un certo Mazurier, chirurgo di Beaurepaire, risolvette di trar profitto della scoperta; acquistò subito le ossa, e le portò in giro per le principali città di Francia, mostrandole ai curiosi dietro pagamento. La fama della cosa risuonò presto dovunque; gli studiosi si affrettarono ad esaminarle, ed una folla di pubblicazioni si addensò tosto intorno all'argomento. Nacquero vive discussioni: chi stava per le asserzioni del Tissot e del Mazurier, e chi obbiettava trattarsi di ossami d'elefante; fra i medici poi sorsero astiose polemiche, spinte all'eccesso, finchè un bel giorno si scoprì che le medaglie erano state falsificate ed il sepolcro inventato di sana pianta. Molto tempo dopo, per un caso qualunque, le famose ossa vennero ritrovate a Bordeaux, nella casa ov'era morto il Mazurier, e, inviate al museo di Parigi, vi furono riconosciute come avanzi di un mastodonte.

Sono questi gli ultimi guizzi dell'idiomorfismo, la cui evoluzione abbiamo seguìto dai tempi d'Aristotile sin quasi al termine del secolo scorso. Ma l'ultimo sgambetto fu tirato col Voltaire; è il grande filosofo che ha voluto coronare co' suoi scherzi l'agonia di questo *philum* aberrante delle scienze geologiche. Il Voltaire non voleva saperne ad ogni costo del diluvio universale; davan fastidio a lui tutti quei geologi che spiegavano i fossili colla tradizione biblica. E fin qui sta bene; nessuno oserebbe dire ch'egli avesse torto pensando così. Ma il torto l'ebbe e gravissimo, quando, invece di spiegare i fossili colle sane idee che già fiorivano a' suoi giorni, si fece a dire che i molluschi fossili non sono altro che le conchiglie staccatesi dal saio dei pellegrini provenienti dalla

Digitized by Google

Terra Santa e vagolanti pel mondo in visita dei luoghi di qualche sacro valore, e che gli ossami fossili di renne e di ippopotami, scoperti in quell'epoca ad Etampes, altro non rappresentavano che gli avanzi d'un museo di qualche antico naturalista, il quale, fra le altre cose, non sarà stato sprovvisto d'una collezione osteologica. Il sommo dileggiatore parlava sul serio o per burla? Ai miei uditori il rispondere all'enigma. Io m'accontenterò di chiudere lo schizzo che ho dato dell'idiomorfismo col rispondere alla domanda: quali vantaggi scientifici apportarono siffatte speculazioni sui fossili?

La prima risposta pare facile e categorica: nessuno, dal momento che l'idiomorfismo, svisando la natura dei fossili, impedì che prendessero piede razionali teorie geologiche. Ma sarebbe ingiusta questa negazione assoluta; l'idiomorfismo, per quanto lontano dalla verità, influì in certo qual modo alla scoperta della medesima. Lasciamo stare il fenomeno storico innegabile che, in ogni contingenza umana, il sostegno di un'idea provoca per reazione il sostegno di altre, e dal cozzo dei pareri contrarî spiccia più puro e più fulgido il vero, il quale poi, spesse volte, si arriva a scoprire anche col solo ostinarsi in un dato errore. Ragionando a questa stregua si attenuerebbero di molto i difetti dell'idiomorfismo. Limitandoci alla constatazione dei fatti, dirò così, palpabili, dobbiamo convenire che l'idiomorfismo tornò utile all'evoluzione scientifica, inquantochè provocò il gusto delle raccolte dei fossili e diede luogo ad una quantità di iconografie veramente commendevoli. Si capisce che coll'aver radunato tanto materiale si facilitarono i confronti ulteriori, tantochè, non appena la verità paleontologica fu da tutti

Digitized by Google

e Beringer?

accettata, lo studio dei singoli fossili trovavasi già in uno stadio avanzato.

Nel secolo decimosesto s'incominciarono a comporre, presso i potenti ed i danarosi, le collezioni mineralogiche, e tra queste naturalmente, siccome gli oggetti che eccitavano in maggior misura la curiosità, abbondarono i petrefatti ed i fossili in genere. Ho già ricordato che Sisto V aveva presso di sè una magnifica raccolta, la quale era la migliore d'Italia e forse di tutta l'Europa; il Mercati vi aveva aggiunto una gran quantità di fossili, provenienti da varie località italiane ed estere. Accennai pure al museo Calceolari in Verona, che fu fondato ancor prima di quello del Vaticano, ed a quello del Calceolari il giovane; le illustrazioni che ne lasciarono l'Olivi, il Ceruti ed i Chiocchi provano che i fossili vi si trovavano in grande abbondanza. Nel seicento i musei crebbero prodigiosamente, e la descrizione dei medesimi diventò una specie di gara. A Bologna c'erano la raccolta dell'Aldovrandi ed il museo Cospiano, che si unì poscia a quello dell'Istituto; a Verona sorse un altro museo, quello del Moscardi; rinomatissimo fu il Settaliano di Milano; a Padova il professore Sala, morto nel 1643, mise assieme una serie numerosa di fossili del Vicentino; ed a Roma, dove già esisteva il museo Gualdi, il padre Kircher raccolse una vasta suppellettile di cose naturali, gran parte delle quali si conserva tuttodì nel museo che porta il nome del fondatore. In tutte queste raccolte i fossili primeggiavano, e le rispettive illustrazioni stanno a dimostrare il fatto. Tali illustrazioni produssero anche esse un indiscutibile beneficio alla scienza; trattasi invero di splendidi volumi, pieni zeppi di disegni di fossili ab-

Museo Kircheriano

Digitized by Google

bastanza bene eseguiti. La *Metallotheca Vaticana* del Mercati, il *Museum metallicum* dell'Ambrosini, che illustrò il museo dell'Aldovrandi, la descrizione del *Museo Moscardi,* ed altre consimili iconografie apparse nel 500 e nel 600 sono di grande interesse per la paleontologia, e i dotti moderni le vanno tuttodì consultando con profitto, determinando le specie rappresentate in quei disegni come se avessero sott'occhio i campioni originali. Aggiungasi per di più che gl'idioformisti tentarono una specie di classificazione dei fossili, e molte delle loro denominazioni fanno parte ancora della nomenclatura in voga oggidì.

III.

Eccomi ora ai diluvianisti. Costoro, come dissi, riconobbero giustamente la vera natura dei fossili, ma errarono nella ricerca delle cause che hanno determinata la posizione dei medesimi negli strati terrestri. Dissi anche che l'applicazione del dato biblico alla geologia, iniziata sino dai tempi alessandrini, fu ripresa con gran fervore nel secolo decimoquinto, e d'allora in poi, per tre secoli continui, il diluvio della Bibbia, essendo un articolo di fede, un dogma stabilito, innegabile, intangibile, fu il punto di partenza di ogni ricerca o speculazione geologica. Col diluvio si spiegavano tutti i fenomeni stratigrafici e la presenza degli organismi marini in seno alle roccie solide della crosta del globo, e siffatta idea incontrava, naturalmente, un enorme favore presso i credenti. Tutti i fossili erano considerati i resti delle vittime di tal cataclisma, e chi si rifiutava di adottare come principio assoluto che tutti gli organismi fossilizzati stavano ap-

Digitized by Google

punto a provare il diluvio mosaico, veniva imputato di eresia, e cioè, di non voler credere alla parola infallibile delle Sacre Scritture, locchè portava, come tutti sappiamo, non pochi disagi, sia nella vita pubblica, sia nella privata.

Secondo quel geologico-religioso modo di vedere, quale fu escogitato da principio, il nostro pianeta non doveva avere che poche migliaia d'anni, circa seimila, di esistenza, e, dopo la creazione, il diluvio era stata l'unica catastrofe a cui la faccia della terra era andata soggetta, riportandone gravi cambiamenti, sia nelle condizioni fisiche come nelle biologiche. In altri termini, tutti quei grandiosi e distintissimi fenomeni, che i geologi moderni raggruppano in varî periodi di tempo, ciascuno valutato a milioni di anni, dall'êra protozoica all'attuale od antropozoica, erano allora riferiti alla causa unica del diluvio, epperò ad una sola epoca di cortissima durata, di soli pochi giorni. È notevole che persino la data di tale avvenimento si trova precisata nei libri sacri; giusta il racconto della Genesi, il diluvio sarebbe succeduto 1656 anni dopo la creazione del mondo. Duplice origine ebbe il fenomeno diluviale; esso fu prodotto da acque che si precipitarono dal cielo — cataratte celesti — e da acque che contemporaneamente sgorgarono dal suolo squarciato — fonti del grande abisso. L'immane rivoluzione idrologica cominciò nel settimo giorno del secondo mese dell'anno, e durò quaranta giorni e quaranta notti; tutta la terra venne coperta dalle acque, che s'innalzarono di quindici cubiti al di sopra delle cime più elevate del globo, ed a tale livello si mantennero per centocinquanta giorni. Passato questo tempo, incominciarono a scemare, favorite da un vento fortissimo che si era scatenato; nel primo giorno del decimo

Digitized by Google

ed ultimo mese dell'anno apparvero le vette dei monti, e finalmente, nel primo giorno dell'anno successivo, i continenti ritornarono asciutti. L'effetto principale del diluvio fu pertanto l'uccisione di tutte le forme animali, le cui reliquie restarono disseminate sul globo in ogni luogo: tanto sulla sommità delle montagne, quanto nel seno delle vallate; tanto nell'interno degli strati rimaneggiati dalle acque, quanto alla loro superficie. Ancora oggigiorno, quasi residuo dell'antica credenza, il volgo suole affibbiare l'epiteto di *antidiluviane* alle pietrificazioni in genere.

A diluvio finito si ristabilì l'ordine sulla terra e la vita tornò a svilupparsi come prima, grazie al genio previdente di Noè che, unico in tutto il mondo, scampò colla famiglia dal tremendo disastro, riparandosi entro un'arca fenomenale, alla cui costruzione, secondo i dati del vecchio testamento, impiegò un secolo intiero, seguendo il progetto suggeritogli dal cielo, e cioè: arca composta di legno di Gofer con impeciatura interna ed esterna; lunga 300 cubiti, larga 50 ed alta 30; divisa in tre palchi, basso, medio ed alto; ciascun palco scompartito in stanze con finestre; comignolo dell'altezza di un cubito. Noè, non appena annusò per l'aria i segni forieri del grosso temporale, fece una buona provvista di animali, scegliendo un individuo — maschio e femmina dove occorreva — per ogni specie, e li rinchiuse nel suo barcone, che divenne un enorme stabilimento zoologico galleggiante, una « ménagerie » perfetta. Ed invero, supposto che le specie oggigiorno conosciute corrispondano alla quantità reale esistente, e supposta la fissità delle medesime — quale è voluta dalle teorie ortodosse — nell'arca noetica dovevano alloggiare di soli vertebrati — che pur sono una piccolissima

Digitized by Google

parte della serie animale, una microscopica rappresentanza del complesso delle specie zoologiche — nientemeno che 2300 specie di mammiferi, 11200 di uccelli, 2000 di rettili, 850 di anfibî e 8600 di pesci. Ed anche le coppie ittiologiche c'erano nell'arca, perchè dal diluvio i pesci vennero parimenti distrutti, quantunque si trovassero nel loro elemento, estendendosi la condanna a tutta la vita animale, giusta il detto divino a Noè: « la fine di ogni carne è giunta ». Circa invece ai vegetali, pare non abbisognasse la misura precauzionale del buon patriarca, poichè essi poterono benissimo campare in mezzo alle acque, come ne fa fede l'ulivo, da cui staccò un ramoscello la colomba inviata da Noè ad ispezionare se l'inondazione era cessata. Le specie attuali si ritenevano adunque — secondo la teoria diluviana — i discendenti diretti di quelle salvate dall'arca di Noè. Tale, nella sua infanzia, fu la teorica diluviana. Tuttavia man mano procedevano gli anni, gli studî prendevano maggior voga e le scoperte si facevano sempre più frequenti, essa andò modificandosi lentamente. Gli ostinati teologi che volevano ad ogni costo spiegare col diluvio tutti i fenomeni geologici, si trovarono ben presto costretti a concedere maggiori varianti al genuino concetto della Bibbia, a foggiare su nuovi stampi la primitiva narrazione; insomma a svolgerla, a mutilarla od accrescerla come meglio conveniva, dinanzi alle pretese degli avversarî od a quelle verità ch'essi medesimi non potevano più negare o tenere celate. Laonde cominciò presto per la teorica diluviana quella lenta evoluzione per cui finì a fondersi colle teorie geologiche più moderne. Seguiremo per un momento gli oziosi quesiti cui diede luogo l'accettazione e la difesa del principio diluviano.

Digitized by Google

Anzitutto, trattandosi di un diluvio, era necessario trovare la spiegazione del perchè e del come tanta copia d'acqua avesse inondata tutta la terra fino a coprire di quindici cubiti le più alte cime dei monti. Il perchè era ammesso *a priori* coll'idea del divin castigo. Il come, a seconda degli autori, era variamente spiegato. Le cataratte celesti si vollero interpretare con criterî astronomici. Si suppose che, al disopra della volta del cielo, dove il nostro occhio non può arrivare, esistessero vastissimi laghi e mari, e poderose fiumane, il tutto sospeso in forza di arcane leggi nello spazio. Per volere del creatore, gli argini di questi potenti serbatoi s'infransero, e l'acqua piombò precipitosamente sovra alla terra allagandola e sommergendola. Da altri, più grottescamente ancora, si ideò un cambiamento dell'aria in acqua, senza pensare poi in che modo potessero aver vissuto Noè, la sua famiglia ed i suoi animali, se tutta l'aria, per miracolosa reazione, si era completamente trasformata in acqua. Altri fisici, volendo mantenersi in limiti più naturali, cavarono tutto il liquido elemento necessario per il diluvio dal mare, supponendolo da questo evaporato e poi ricaduto in pioggie disperate sulla terra. Ma essi non pensavano, che asciugando i mari per inondare i continenti, non potevasi certamente ottenere quanto vuole la Bibbia, e cioè il totale ricoprimento del globo con un velo d'acqua capace di avvolgere anche le più alte montagne. E dove andò poi a finire tutto questo ingente volume acqueo? Scappò per l'atmosfera uscendo dai limiti della gravità, oppure si rintanò in sotterranei abissi? Entrambe le supposizioni furono accettate. L'idea degli abissi, come fornitori prima e come ricevitori dopo delle acque diluviali, fu anzi col-

Digitized by Google

tivata con maggiori simpatie. Epperò da parecchi s'immaginarono capacissimi idrofilaci sotterranei, o si risuscitarono gli abissi di Platone, dai quali serbatoi le acque uscirono ad inondare la terra, e poi, dopo compiuto l'ufficio di sterminio cui erano state adibite per comando del creatore, tranquillamente vi si rinserrarono di nuovo. Altri ancora posero la questione se le acque del diluvio fossero dolci o salate, e la maggioranza degli illuminati teologi escluse naturalmente la salinità in vista della grande copia del liquido. Nè mancò chi credette bene di trovare il necessario quantitativo di acque, supponendo le attuali rarefatte all'epoca del diluvio, in modo tale da avvolgere tutta la terra. Così essendo, il diluvio sarà stato una semplice, vaporosissima nebbia; ed allora come poterono affogare gli animali e galleggiare la pesantissima arca?

Dopo lo spinoso quesito delle acque, la teorica diluviana si trovava di fronte ai fatti paleontologici. In che modo il diluvio seppellì in seno alla terra conchiglie e pesci marini? A questa domanda s'ingegnavano i geologi teologicanti a dar risposta. La difficoltà maggiore era questa: come mai dal fondo del mare le acque del diluvio riuscirono a portare sui monti quegli animali che sono saldamente appiccicati agli scogli od impiantati nel fango o pesantissimi per mole? Nacque perciò spontanea l'idea di ricorrere a vortici spaventosi, a trombe potentissime cagionate da contrarî e fortissimi venti, che, sconvolgendo su grandi estensioni le acque, sollevavano sui più alti fianchi dei monti i varî organismi sradicati dal loro letto natale. Ma a siffatta ingegnosa ipotesi si contrapponevano molti e molti fatti semplicissimi, naturalissimi, noti anche allora nel mondo scientifico. Si sapeva, per esempio, che,

Digitized by Google

anche nelle più orribili tempeste di mare, lo sconvolgimento delle acque non interessa la massa che fino ad una certa profondità, e di conseguenza, non può spostare alcun corpo giacente sul fondo. D'altra parte, come era compatibile l'idea rivoluzionaria dei vortici coll'assetto regolare degli strati e dei fossili che vi sono inglobati? E poi, in quale momento del diluvio si erano verificati siffatti *turbini trasportatori?* Le opinioni in proposito furono assai divise. Se invece trattavasi di spiegare l'origine dei pesci fossili, più facile era la cosa. Alcuni non si meravigliavano affatto della presenza di pesci pietrificati negli strati delle montagne; essi dicevano che non occorsero venti o turbini per trasportare i pesci, i quali, camminando da loro stessi e nuotando più facilmente dove i gorghi erano più alti, giunsero per loro propria volontà in quei punti dove, per il calare improvviso delle acque, restarono imprigionati nel fango o fra le pietre. Chi invece credeva più opportuno ricorrere ai turbini, supponeva che l'agitazione terribile e generale delle acque in causa dei venti rabbiosi che soffiavano, aveva messo in scompiglio i poveri pesci che, sbalorditi e confusi, andavano senza saper dove, e dalle onde venivano urtati, spinti e sbalzati da un canto all'altro del mondo. Un ragionamento un po' diverso facevano altri. Dicevano che i pesci, vedendo così straordinariamente turbate le acque e messa tutta a soqquadro la terra, cercavano, se era possibile, fuori degli elementi adirati un luogo di salvezza; ma, sfuggendo al mare, essi erano costretti a ripararsi in bacini d'acqua dolce, dove, non trovando più le adatte condizioni per vivere, finivano per soccombere.

Una terza questione su cui si esercitarono le menti dei

Digitized by Google

diluvianisti, escogitando le supposizioni e le ipotesi più curiose e più strane, e, come al solito, giocando mirabilmente di sofismi e di parole, e, in ogni caso, riparando sempre all'ombra dei misteri imperscrutabili e dei miracoli onnipossenti, era questa: Come tornò a popolarsi di animali e di piante la terra dopo lo sterminio del diluvio? La Bibbia dava di ciò una categorica spiegazione col dire che l'arca di Noè aveva provvisto a tutto. Ma i signori geologi della teologia non potevano certamente accontentarsi di una così semplice ed intempestiva affermazione, e di conseguenza, come su tutti i concetti biblici, anche su questo ricamarono mille storielle, col pretesto dell'ampiamento e della dilucidazione. Cominciarono, in primo luogo, a foggiare l'arca di Noè secondo il piano necessario per contenere l'immensa e svariata quantità degli organismi terrestri. Sovra tutti si distinse, per potenza d'immaginazione e per sottigliezza di ripieghi, il padre Kircher, che dedicò un intero volume alla descrizione della miracolosa arca noetica. Egli si fabbricò un'arca a modo suo e vi collocò solamente quegli animali che, secondo la sua dizione, vengono propagati dall'unione del maschio e della femmina, escludendone gli insetti, i quali, ritenuti come prodotti spontanei della putredine, poterono facilmente propagarsi da per sè stessi senza bisogno di genitori. È curioso poi che il padre Kircher fa a questo proposito una breve dissertazione, ridendosi di coloro che sostengono la riproduzione sessuale degli insetti, ed aggiungendo che se questi animali compiono talvolta l'atto del coito, non operano per generare, ma solamente in forza di un prurito delle loro parti posteriori (!). Esclusi adunque gli insetti dal galleggiante serraglio, il nostro ameno autore ne con-

Digitized by Google

tinua la descrizione, narrando come Noè alloggiasse principescamente i suoi animali, ciascuno in apposito compartimento o covile, e provvisto di tutto il vitto appropriato e necessario per un anno intero, tale essendo stata, a norma de' suoi calcoli, la durata del diluvio. Così ogni specie di animali potè scampare dal disastro, e continuare in seguito la produzione dei proprî simili.

Più complicata fu la questione relativa ai vegetali. Il medesimo padre Kircher se la cavò dicendo che Noè tenne nell'arca sua anche un assortimento di semi e di pianticelle, coltivando con maggiore attenzione i vegetali utili all'agricoltura. Altri autori, di fronte al fatto naturalissimo che le vegetazioni terrestri certamente non poterono sopravvivere per la lunga durata dell'inondazione, e, d'altra parte, considerando la difficoltà di conservare nell'arca tutti i vegetali del mondo, fra di loro disparati per bisogno di clima o di terreno, cercarono di sbrigarsela con diverse interpretazioni. Alcuni sostennero che i semi di tutte le piante riuscirono a conservarsi anche sott'acqua, ed i più delicati trovarono protezione sotto le pietre o nel terreno. Altri invece ricorsero allo spediente usato dal Kircher per gli insetti e proclamarono addirittura che tutte le piante furono di nuovo generate dalla terra, per azione spontanea, dopo il ritiro delle acque. Il creatore, ragionavano essi, che ha fatto tanti miracoli, non avrà certo trovato difficoltà nel compiere anche questo; ed ecco qui il germe di quel creazionismo reiterato che caratterizzerà il sistema geologico del grande Cuvier. Altri poi tagliarono la testa al toro con un mezzo più spicciativo; supposero, cioè, che il diluvio aveva interessato solamente la regione asiatica, allora unico ritrovo dell'umanità, e non tutto

Digitized by Google

l'universo mondo, intendendo l'epiteto « universale », affibbiato al diluvio, in senso figurativo, ossia limitato ad indicare il solo territorio dall'uomo abitato.

Molti fisici infine non si affannarono troppo a cercare spiegazioni ed a darsi ragione delle incongruenze e delle impossibilità del racconto biblico; non fecero altro che trincerarsi dietro l'idea del miracolo divino, e, stimando imprudenza o peccato l'andare più oltre nelle ricerche del *quia,* si accontentarono di credere a tutto ciecamente, e di esaltare la divina onnipotenza in ciò che non sapevano spiegare, o, più precisamente, non riescivano a capire. Epperò: la raccolta completa nell'arca degli animali d'ogni paese e del cibo per essi necessario; il mantenersi in equilibrio dell'arca stessa in mezzo a tanto sconvolgimento nettuniano; il galleggiare della medesima al sicuro degli urti contro i monti, benchè da alcuno non guidata con timoni, o remi, o vele; il fermarsi di essa sul facile altipiano dell'Ararat, anzichè sulla cima d'altri monti scoscesi; l'ulivo da cui la colomba staccò il ramoscello apportatore di pace e pronostico di bel tempo... tutti insomma questi fatti prodigiosi furono ritenuti dai più come miracoli non concepibili dalla mente dell'uomo, e come tali accettati e professati in omaggio ed adorazione dell'ente superiore.

A questo modo, di cambiamento in cambiamento, secondo le vedute dei varî autori, la teoria diluviana trionfava completamente, e la sua letteratura andava sempre più arricchendosi di lavori poderosi, di pesantissime memorie, e, sopratutto, di colossali sofisticherie. Ed avemmo nello sviluppo del diluvianismo veri stadî acuti, in cui le menti parevano non avere altra preoccupazione che di spie-

Digitized by Google

gare colla Bibbia alla mano i fenomeni geologici. Tra questi momenti, che hanno fatto epoca in geologia, è assai noto quello che si svolse in Inghilterra sullo scorcio del secolo decimosettimo, caratterizzato da varie mirabolanti *teorie della terra* che menarono gran chiasso. Alludo ai tre sistemi famosi del Burnet, del Woodward e del Wiston, che brevemente vi riassumerò.

Il Burnet pubblicò, tra il 1680 ed il 1690, una *Teoria sacra della terra,* colla quale ebbe nientemeno che la pretesa di tutto spiegare e di tutto predire. Il suo libro, scritto in latino, è diviso in due parti: nella prima è trattata la genesi della terra e vi sono descritti i cangiamenti ch'essa ha subìto dopo la sua formazione; nella seconda — che può chiamarsi un infelice tentativo di geologia del futuro — si parla delle rivoluzioni che il nostro globo subirà nei secoli di là a venire. È curioso come il Burnet supponga che la terra sia incominciata per azione dell'acqua e debba finire per azione del fuoco. Secondo lui, tutto quanto costituisce oggigiorno il nostro pianeta, formava originariamente una gran massa liquida, e, coll'andar del tempo, i corpi più densi si accumularono al centro in un nucleo solido. Questo nucleo era avvolto come da tre strati differenti: uno di acqua, l'altro di una materia grassa ed oleosa, ed il terzo di un'atmosfera pregna di impurità. In seguito, tali impurità dell'aria si mescolarono colla materia grassa che nuotava alla superficie dell'acqua, e da questa miscela ne risultò uno strato abbastanza resistente è continuo, per servire di suolo ai primi abitanti del globo. Ma questo strato non aveva ancora quella durezza che solo più tardi potè acquistare; epperò esso era estremamente penetrabile ai raggi del sole e godeva di una fer-

Digitized by Google

tilità meravigliosa. In tale stadio si aveva un giardino di delizie, l'Eden, il paradiso terrestre. Procedendo sempre nel tempo, il sole, a poco a poco, dissecco ed indurì quella prima corteccia fangosa della terra, e conseguenza di ciò si fu lo spaccamento verificatosi in più punti sovra la stessa, come succede nell'argilla che si contrae sotto l'influenza del calore. I frammenti così lacerati della primitiva, esile scorza si approfondirono nell'abisso liquido sottostante, e ne fecero rifluire l'acqua con grande violenza, producendo il grande cataclisma innovatore del diluvio universale. Finalmente quest'acqua, in parte evaporò negli spazî planetarî ed in parte infiltrò nelle cavità del nucleo solido o si radunò nei luoghi bassi, e d'allora in poi la superficie della terra ha presentato i continenti ed i mari, le montagne e le valli, quell'aspetto vario insomma che offre attualmente ai nostri occhi. Questo stato — sempre secondo la fantasia del nostro ameno geologo, che sfoggia uno stile altamente pomposo nella sua esposizione — potrebbe durare indefinitamente, se le relazioni fra la terra ed il sole si mantenessero ognora le medesime, e se il fuoco, che circola nell'interno del globo, non vi esercitasse dei guasti immensi; ma, sia che la terra ceda alla potenza attrattiva del sole e tenda a perdersi ne' suoi vortici, sia che il fuoco, che l'anima, finisca per incenerirla, il fatto è che presto o tardi essa dovrà subire una conflagrazione universale, e ritornare ad un secondo caos, dal quale nasceranno nuovi cieli e nuove terre.

Tale', in riassunto fugace, è il romanzo fantastico-biblico-geologico, che, con tanto di serietà e di importanza scientifica, fu partorito dal Burnet; e, mentre il colto pubblico trasecolava davanti a sì profondo lavoro, che pareva

Digitized by Google

schiudesse alla scienza nuovi, mirabili orizzonti, un poeta di polso, l'Addison, scioglieva un carme in gloria dell'autore, ed il monarca britannico gli accordava la sua alta ammirazione ed ordinava immediatamente una traduzione in inglese del libro. Oltre al diluvio mosaico, ivi fan capolino e trovano spiegazione altri dati delle sacre scritture, quale, ad esempio, il paradiso terrestre, che fu teatro di quel grosso peccato che tutti sanno, e che ai tempi del Burnet era oggetto di gravi discussioni e di pedantissime ricerche. Alcuni scrittori, infatti, profittando della solita ambiguità del testo biblico, sostenevano allora che il giardino miracoloso, che aveva albergato la coppia felice dei nostri progenitori, non fosse stato sulla terra, bensì al disopra delle nubi, in una regione intermediaria fra la luna e il nostro pianeta; il Burnet invece, con una seria dissertazione, prova che l'Eden si trovava sulla terra, e ne precisa la posizione geografica, non già in Mesopotamia, come altri credevano, ma nell'emisfero sud, in prossimità della linea equinoziale. La conflagrazione definitiva dal Burnet vaticinata con tanta sicurezza, non è poi che un ricordo, una ripristinazione della credenza medievale intorno alla fine del mondo, cui ho già accennato. Ma volendo ad ogni costo trovare qualcosa di geologico nel sistema burnetiano, si potrebbe intravvedere il concetto delle dislocazioni del globo nella crosta che si dissecca e si spacca, come le argille che si dividono secondo quella rete poligonale, che il De Beaumont prese poi a fondamento della sua celebre teoria sulle formazioni delle montagne. E con un po' di buona volontà e di manica larga, altre idee geologiche vi si potrebbero ricercare; ma sono così impeciate fra tante frottole grossolane e cavillosi

Digitized by Google

arzigogoli, che neanche Giobbe acconsentirebbe a mettersi a questo lavoro di pazienza enorme. Molti geologi del passato e del presente secolo hanno parlato pro e contro il Burnet; tra essi quello che per noi ha maggiore importanza è il suo contemporaneo e compaesano E. Warren, inquantochè questi fu il primo ad adoperare, per quel poco ch'io posso sapere, il nome di *geologia*. Ed invero il suo libro, pubblicato nel 1690, aveva per titolo: *Geologia, o discorso della terra prima del diluvio;* e se questo libro non ha altro di buono, basta per raccomandarlo alla posterità l'aver esso creato il vocabolo che servì a distinguere dalle altre branche naturalistiche la storia del globo.

Il diluvianista che ebbe maggior voga non fu il Burnet, bensì il suo contemporaneo Woodward, il quale può dirsi il più perfetto sostenitore delle idee diluvianistiche, perchè autore di quel sistema geologico alla cui demolizione si adoprò tutto il secolo passato. Fu colpa di lui se il diluvianismo procrastinò, e di molto, il suo inevitabile fallimento. Questo geologo aveva esaminato colla più scrupolosa attenzione e con lena infaticabile tutti gli strati fossiliferi della Gran Bretagna, e ad onor suo si deve dire che raccolse un forte numero di fossili e li ordinò sistematicamente in modo abbastanza giudizioso. La sua teorica fu quindi esposta nel suo celebre *Saggio di storia naturale della terra,* pubblicato nel 1695, con quel corredo di dottrina e quello sfoggio di erudizione, che talvolta fanno sembrar giuste anche le cose più false di questo mondo.

Coll'avvenimento del diluvio mosaico — così supponeva egli — la terra primitiva si trovò in breve ravvolta

Digitized by Google

da uno strato immenso di acqua, il quale ne mollificò e ne sciolse completamente la solida crosta. Cessato lo sfogo delle cataratte celesti, il mare caotico, che tutto il globo ricopriva, dovette naturalmente chiarificarsi poco per volta, e deporre di conseguenza sul suo fondo il materiale che esso teneva in sospensione. Dalla posatura di questo ingente materiale si originarono gli strati terrestri, colla progressione che dal peso dei materiali stessi dovette risultare, e cioè, gli strati costituiti dal materiale più pesante si depositarono per i primi, e per ultimi quelli formati da sostanze più fine e più leggiere. Col materiale inorganico e colla sua stessa progressione si deposero gli avanzi di tutti quegli organismi che dal diluvio erano stati distrutti; i più pesanti restarono inglobati negli strati profondi, i più leggieri negli strati superficiali. Le roccie adunque si precipitarono secondo l'ordine del loro peso; tuttavia lasciarono al centro della terra un lago immenso, che il Woodward chiama « vasto abisso » e lo suppone in comunicazione coi mari attuali per mezzo di varie fessure della scorza terrestre. Così immaginata la costituzione del globo, egli aggiunge che il calore interno fa in modo che una certa quantità d'acqua s'innalzi continuamente dal vasto abisso, e quest'acqua, dopo aver prodotto le sorgenti alla superficie del suolo, evapora nell'atmosfera, per ricadere in pioggia, e ritornare nuovamente all'abisso, a questo immane serbatoio di acqua che, grazie a siffatta circolazione, non si esaurisce giammai.

Il Woodward ammette perciò, oltre all'uccisione delle forme viventi per opera del diluvio, anche una distruzione totale della terra, ricordando, in prova di ciò, che Dio disse

Digitized by Google

alla terra: «tu sarai maledetta!» ed aggiungendo che il diluvio non avvenne solamente per punire gli uomini, ma eziandio per distruggere la terra troppo fertile, della quale occorreva cambiare lo stato e renderla più difficile a lavorare. Ma, nella sua smania di voler tutto distruggere e tutto rinnovare «ab imis fundamentis», ei non si accorge della grossolana incongruenza della sua opinione. Ed invero, se le roccie ed i minerali più duri furono nè più nè meno che macinati dalle acque del diluvio, come va che le spoglie animali, assai più delicate e fragili, vennero rispettate e si deposero intatte coi materiali inorganici, intatte anche nelle parti più fine, come molte e molte conchiglie fossili ci si presentano? V'ha ancora di più. Se veramente le materie disciolte dalle acque diluviali si sono poscia depositate secondo il loro peso specifico, per qual motivo l'acqua — come vuole la sua teoria — andò ad occupare il centro del globo e le materie solide restarono al di sopra di essa? Inoltre il Woodward proclama formalmente che tutte le roccie derivano per via umida e che tutte indistintamente contengono fossili. È questo vero? Basta appena guardarsi d'attorno per persuadersi di tanto doppio errore. Ho già detto che il Woodward ha dei meriti, specie dal lato di aver ben riconosciuta la stratificazione del globo terrestre e la natura organica dei fossili; ma, per spiegare la formazione degli strati e la presenza delle conchiglie e dei residui di animali e vegetali nel seno delle roccie, egli accumulò tali ipotesi immaginose ed antinaturali, e ne cavò un sistema così complicato e falso, che portò lo scompiglio fra i geologi, suscitando le più appassionate discussioni e le più lunghe polemiche. E ci vollero molti anni prima che il mondo ufficiale avesse ad abbandonare

Digitized by Google

il sistema woodwardiano cui s'era attaccato come ostrica allo scoglio!

Un anno dopo la pubblicazione del Woodward, venne fuori un terzo sistema geologico, quello del Whiston, il quale si prefisse di dimostrare, a rigore di scienza, colla sua *Nuova teoria sulla terra,* la creazione del mondo in sei giorni, il diluvio universale e la conflagrazione definitiva del globo. Impressionato vivamente della notevole cometa del 1680, egli pensò che ad una causa siffatta si debbono attribuire le rivoluzioni telluriche, rinunciando per tal modo all'ipotesi, in vigore al suo tempo e sostenuta anche dal Burnet, che riferiva ogni cangiamento del nostro globo al mutarsi dell'inclinazione dell'asse terrestre. A parer suo, la terra nacque dall'atmosfera condensata di una cometa, ed il diluvio mosaico, che l'ebbe trasformata nello stato attuale, fu prodotto dal passaggio di un'altra cometa rasente la terra. Circa agli effetti del diluvio, si attiene pedestremente alle idee woodwardiane, ch'egli ripete e chiosa con molta erudizione e forza immaginativa, cammuffandole eziandio con una certa qual cipria matematica. Dal Burnet, invece, toglie ad imprestito, accettandole con enfasi, solo le conclusioni intorno alla fine del mondo per conflagrazione. Riflettendo per tal modo le opinioni altrui, il Whiston ha però un certo qual merito, e tutto questo consiste nella forma elegante e seducente, con cui presenta al lettore le varie ipotesi. È il merito del gioielliere birbone che, colle belle maniere e con arte sopraffina, sa ingannare i clienti sulla natura delle gemme da lui messe in vendita. Presso coloro poi che si affannano nel trovare una relazione qualsiasi fra i testi religiosi ed i portati scientifici, il geologo

Digitized by Google

inglese ha un altro merito, e, ai loro occhi, non piccolo; egli fu tra i primi a conciliare la geologia colla fede, cui quella pareva dovesse apportare gravi danni colle progressive scoperte; e a tal uopo non esitò ad interpretare la genesi in senso largo, affinchè la dottrina, che insegnava l'antichità della terra prima della comparsa dell'uomo, venisse radiata dal novero delle eresie.

Dall'Inghilterra il faro del diluvianismo mandò i suoi raggi su tutto il globo. Parve che la geologia non dovesse essere altro che un commento della Bibbia; e la maggioranza degli studiosi si fece a coltivarla con questo grave preconcetto. Pullularono i diluvianisti nelle varie nazioni, preoccupati soltanto ad accomodare nella cornice della Genesi tutte le bellissime scoperte geologiche che si andavano man mano avverando. Tipi genuini di diluvianisti si conservarono fino al principio del nostro secolo, quando il diluvianismo, come scienza ufficiale, era già, fortunatamente, morto e sepolto. Anche qui io non ho il tempo per passare in rassegna tutti i campioni della teorica diluviana, quali apparvero nelle varie nazioni nel secolo decimosettimo e decimottavo; per far ciò mi occorrerebbe un corso di lezioni. Debbo, del resto, far osservare che tutti i diluvianisti più o meno professarono le opinioni dei tre capi già mentovati, e quelle di Woodward in modo particolare. Uomini di grandi meriti scientifici abbracciarono l'ipotesi, e tra essi contiamo i più eminenti paleontologi del secolo scorso. Siamo già nel pieno splendore dei sistemi geologici positivi, ed il tradizionalismo strozza ancora, colla folla dei minori, paleontologi di grido, come il Torrubia spagnuolo, lo Zeno boemo e lo Knor ed il Walch, bavaresi.

Digitized by Google

Il Torrubia, nella sua *Storia naturale della Spagna,* pubblicata nel 1754, in cui risolve assai giustamente molte questioni di fisica terrestre e descrive con mirabile precisione molti fossili, non manca di ragionare a lungo sopra il diluvio, ch'egli riconosce come causa precipua della distribuzione dei fossili nei varî terreni. Curioso questo Torrubia! Dopo avere studiato così bene tanti fossili ed essersi opposto accanitamente a coloro che ne volevano negare la origine organica, finisce per arruolarsi tra i diluvianisti riguardo ai fossili marini, e tra i gigantologi riguardo agli ossami fossili. Lo Zeno, verso il 1770, dopo avere studiati i fossili dei dintorni di Praga, vuole ancora spezzare una lancia in favore del diluvio, che è omai vinto per sempre, e mentre interpreta assai bene la disposizione degli strati, non capisce quanto sia antinaturale il pensare ad un diluvio come causa dei medesimi. Lo Knor ed il Walch pubblicarono a Norimberga, dal 1755 al 1778, un'opera intitolata: *Lapides diluvii universalis testes,* formante quattro volumi in-folio con 275 tavole; lo Knor si occupò unicamente dei disegni, che eseguì con molta cura ed esattezza, e l'altro compilò il testo. Assai importante è questo immenso lavoro; esso ci rappresenta nella parte figurata quasi tutto ciò che era allora conosciuto sui fossili, tanto vegetali quanto animali, e nella trattazione, oltre a molte osservazioni originali d'inestimabile valore, riproduce, con un lusso prodigioso di citazioni precise e complete, tutti i fatti, tutte le idee, le opinioni, le teorie ed i sistemi emessi dall'antichità fino al 1778. È dunque un vero monumento, espressione fedele della scienza del tempo, monumento di cui devesi raccomandare lo studio a chiunque s'occupa seriamente

Digitized by Google

di paleontologia generale, perchè assai ricco di preziosi insegnamenti.

Non meno illustri e benemeriti studiosi dei fossili abbracciarono la teoria diluviana in Italia, dove persino un istituto intiero, quello delle scienze di Bologna, se ne fece intrepido paladino. Per non parlare di tutti, il che mi sarebbe impossibile, basterà ch'io vi ricordi il Colonna e lo Scilla. Entrambi accettarono il diluvio come sintesi geologica suprema, ma non mancarono di dedicarsi alle più attente osservazioni di fossili e di terreni, opponendosi alle ipotesi idiomorfistiche ancora in voga al loro tempo. Il Colonna, nella prima metà del seicento, oltre ad essere botanico ed entomologo distintissimo, si occupò in modo particolare dei fossili di Andria nelle Puglie e di Campochiaro, e nelle sue descrizioni, fatte con vero criterio scientifico, s'avvicinò moltissimo al genio di Linneo. Molti fossili furono da lui giustamente determinati, mentre la maggior parte dei naturalisti suoi contemporanei si divertivano colle storielle di cui ho parlato; ed era tanto l'amore che il Colonna avea per lo studio dei fossili che, dovunque si trovasse, ne faceva ricerca, e portava sempre con sè dello stagno, con cui prendeva subito il modello di quei fossili che andava osservando nelle varie collezioni mineralogiche. Lo Scilla fu ad un tempo un pittore e naturalista di vaglia che illustrò la seconda metà del seicento, ed il suo merito precipuo è quello di aver osteggiata la scolastica, contribuendo fortemente ad apportarle gli ultimi colpi, con cui fu annientata. Egli dimostrò la natura organica dei fossili in un libro intitolato: *La vana speculazione disingannata dal senso: lettera risponsiva circa i corpi marini che pietrificati si tro-*

Digitized by Google

vano in varî luoghi terrestri (Napoli 1670), e sul frontispizio di esso è figurato il genio dell'osservazione, ritto sovra un colle sparso di abbondanti e svariati fossili, in atto di presentare un corpo marino fossilizzato ad un fantasma rabbuffato simboleggiante la scolastica. Molti disegni di fossili ornano il libro, e le descrizioni di ciascuno sono fatte con fine discernimento; per dipiù bisogna notare che lo Scilla non sembra troppo entusiasta del dogma diluviano. Accettandolo e dilucidandolo egli non mostra quella sicurezza di esposizione e quella convinzione di ragionamento di cui fa pompa invece nel dimostrare la natura dei fossili; sicchè, leggendo fra le linee delle sue argomentazioni, nessuno può non riconoscere ch'egli parlava più in forza delle condizioni politiche e sociali dell'epoca, che per intima persuasione.

Il fatto dello Scilla dà già un'idea del modo con cui gl'italiani trattarono la geologia diluviana. In Italia, per quanto la teoria diluvianistica avesse molti seguaci, e, non appena il Woodward ebbe messo fuori il suo sistema, molti scienziati si fossero affrettati ad accettarlo, pure i diluvianisti furono molto più ragionevoli e più scienziati che non gl'inglesi che ho or ora ricordato. È un fatto storico questo che merita d'essere messo in rilievo. In Inghilterra il diluvianismo fu difeso con vero accanimento dalla Chiesa protestante: bastava opporsi, specie nel momento dello stadio acuto del woodwardismo, alla teoria diluviana, per essere perseguitati continuamente. Chi voleva professare sistemi geologici escludendo il diluvio, doveva essere ben sicuro del fatto suo, avere sostanze proprie per campare la vita, senza bisogno di pubblici impieghi, e, sopratutto, una buona dose d'abnegazione per sopportare la grandine di contu-

Digitized by Google

melie che da ogni parte gli fioccavano alle spalle. In Italia invece la Chiesa romana fu molto più liberale in fatto di geologia; dopo lo smacco tremendo provato nella questione astronomica, coll'aggravante galileiano, pare sia mancato il coraggio alla nostra autorità ecclesiastica di opporsi una seconda volta alla verità, col difendere, con eccessivo calore, l'affare del diluvio. Ciò permise che si creasse fra noi, e per tempo, una scuola di credenti, i quali abbracciarono con entusiasmo le vere dottrine intorno alla terra, combattendo l'interpretazione geologica del diluvio. Così la Chiesa, dopo essersi ricreduta sull'origine dei fossili, passando dall'idiomorfismo al diluvianismo, cominciò a ricredersi man mano sul diluvio come fatto geologico supremo, generatore di tutti i terreni, e per questa ragione l'Italia avanzò presto le altre nazioni in fatto di geologia, grazie all'armonia stabilitasi fra chi voleva pur sempre mantenere intatte le credenze religiose e chi non sapeva manco che farne. Figuratevi che a combattere il diluvianismo sorsero persino dei preti; tra questi uno de' più valorosi fu il parroco Spada, che scrisse molte belle cose sulla geologia veronese. Il diluvio perdette in tal modo, poco per volta, il carattere geologico, restringendosi ad un semplice fatto storico, o, quantomeno, ad un fenomeno puramente miracoloso, per coloro ai quali i miracoli divini sembrano possibili, costituendo un ordine superiore e distinto dai fenomeni naturali.

Come l'idiomorfismo restò per sempre schiacciato dopo le amenità volterriane, così il diluvianismo, per non essere da meno, volle morire facendo ridere il mondo con la colossale corbelleria d'un altro sommo personaggio, il celebre naturalista svizzero Scheuchzer. Statemi a sentire.

Digitized by Google

Ammesso che il diluvio sia stato veramente la causa di ogni formazione sedimentare e dei fossili che vi si contengono, ne veniva di naturale conseguenza che si avrebbe dovuto trovare, mescolati ai varî fossili — tanto fra le trilobiti ed i pesci devoniani, quanto fra gli ossami quaternarî — avanzi umani, poichè — com'è noto — il diluvio mosaico aveva avuto per primo scopo la generale distruzione delle razze umane. Or bene, l'uomo antidiluviano, l'uomo fossile, il malvagio precursore del buon Noè, ricercato dai geologi e dai paleontologi diluvianisti, non tardò a farsi scoprire. Nel 1725 lo Scheuchzer gridò al mondo scientifico di aver trovato nello schisto di Oeningen — località celebre per fossili miocenici presso al lago di Costanza — l'uomo fossile, una delle tante vittime del diluvio. Entusiasmato per sì grande scoperta, egli dava il disegno e la relazione anatomica del fossile in apposito lavoro, condotto con grande serietà e con gran pompa e sfoggio di scienza. Nella sua *Physica sacra* poi, così scriveva: « È certo che questo schisto contiene una metà, o poco meno, dello scheletro di un uomo; che la sostanza stessa delle ossa e, ciò che è più, delle carni e delle parti ancor più molli delle carni, sono incorporate nella pietra; in una parola, si tratta certo di una delle reliquie più rare che noi abbiamo di quella razza maledetta che fu sepolta sotto le acque del diluvio». Ma che cos'era questo documento fossile di tanta importanza geologica e teologica? Era lo scheletro di una salamandra gigantesca — che fu poi classificata per *Andrias Scheuchzeri* — a cui si aggiungevano due vertebre di ittiosauro! Ecco uno dei frutti più gustosi della geologia biblica; di quella geologia, sotto la cui influenza perniciosissima

Digitized by Google

quattro secoli continui profittarono alla scienza meno di quattro anni dell'epoca nostra!

Domandiamo adesso: quale influenza ebbe il diluvianismo sul progresso delle scienze geologiche? Quella di accumulare osservazioni e materiali, come avvenne per l'idiomorfismo. Infatti furono continuate le raccolte paleontologiche e le pubblicazioni iconografiche; e tanto le collezioni come i libri furono informati a maggior precisione, dacchè la verità sulla natura dei fossili era stata riconosciuta. Per di più molti fatti di fisica terrestre vennero studiati, e gli stessi diluvianisti ebbero a questo riguardo buone idee originali, che s'aggiunsero a quelle che andavano stabilendo i geologi positivi. I quali, dal canto loro, combattendo il diluvio e tutte le derivazioni fallaci del dogma impancato ad assioma geologico, trovarono nelle proposizioni stesse degli avversarî argomenti eccellenti di studio, e così dagli errori venivano prodotte le verità. Ma, a furia di discutere intorno al diluvio, si finì per alterarne il genuino concetto biblico; si capì che il fatto urtava contro tutte le leggi naturali e non aveva nessuna sanzione dalla disposizione e dal contenuto dei varî terreni, viepiù minutamente sviscerati e studiati; sicchè poco per volta all'idea diluvianistica andò subentrando la nettunistica, ed il *philum* tradizionalista si fece sempre più vicino al positivo, fino a confondersi con esso. I diluvianisti rinacquero anche nel nostro secolo, e qualcuno apparve recentemente; ma tutti costoro seppero o sanno di geologia, quanto io ne so, putacaso, di ermeneutica!

Digitized by Google

IV.

Ripigliamo adesso il *philum* positivista delle scienze geologiche, al suo risveglio all'epoca della Rinascenza, quando, come ho detto, coi testi greci ritornati in occidente, riebbero vigore le speculazioni geologiche basate unicamente sulle osservazioni dei fatti, scevre da qualsiasi preconcetto. Delle due idee cardinali della geologia: la paleontologica e l'endogenica, fu la prima naturalmente quella che dovette preoccupare gli studiosi della Rinascenza. Che cosa sono i fossili? Ecco il fenomeno che quegli studiosi dovettero appurare avanti tutto, di fronte alle pretese degli idiomorfisti e dei diluvianisti. L'onore di una risposta franca, precisa, esauriente toccò agli italiani, a cominciare dal secolo decimoquinto, con Alessandro degli Alessandri, il quale parlò delle conchiglie fossili che si riscontrano in Calabria; interpretandone la vera natura, e deducendone, come corollario, che il mare in tempi remoti dovette indubbiamente ricoprire le montagne attuali, egli lasciò tuttavia da esaminarsi se ciò sia succeduto, o perchè il mare uscisse dal suo letto per qualche straordinario sconvolgimento, o perchè l'asse di rotazione della terra fosse allora diversamente situato, così che le acque dell'oceano coprissero le altre parti del globo. Quest'ultima ipotesi tornò in vigore in tempi a noi più recenti, sostenuta, tra gli altri, da quel diluvianista Burnet, col quale abbiamo già fatta conoscenza; ma il Newton pel primo ed il Laplace dippoi la reputarono inammissibile.

Nel secolo decimoquinto l'Italia ebbe parecchi precursori della sana geologia, i quali presero a sviluppare le

Digitized by Google

giuste vedute degli antichi relativamente ai fossili ed agli strati che li contengono. Questi autori, però, appaiono come isolati in mezzo al movimento scientifico del loro tempo; le loro buone idee furono dalla maggioranza ripudiate e solo poterono trionfare dopo molti e molti anni di lotta. Essi sono, se mi concedete il paragone, come oasi fiorenti tra lo squallore e la monotonia del deserto. E la lotta fu acerba e dismodata, quale, forse, nessun'altra evoluzione di scienza ci ha dato spettacolo. Da una parte stanno due formidabili eserciti, i quali, benchè spesso dilaniati da intestine discordie, pure sono compatti e disciplinati quando scendono in campo per distruggere il comune avversario. Alludo alla turba dei filosofeggianti con Aristotile alla mano, ed alla turba dei teologicanti in nome della Bibbia. Questi barbari della scienza combattono accanitamente, e con ogni mezzo possibile, tentando ad ogni costo di far prevalere i radicati pregiudizî e gli artifiziosi arzigogoli sulle giuste illazioni che scaturiscono brillanti dallo studio dei fatti. Dall'altra parte pugnano per il trionfo della verità poche menti fra le più elette e le più libere, e portano nella mischia la serenità dell'apostolo ed il coraggio del martire; ma l'ignoranza e la superstizione, che spadroneggiano il mondo, ritardano ad esse la vittoria completa. Per tre secoli continui l'idiomorfismo ed il diluvianismo, in tutte le nazioni civili d'Europa, furono prevalenti; e tre secoli non bastarono ancora perchè tutti fossero persuasi di questo vero semplicissimo: i fossili sono le reliquie di organismi vissuti in diverse epoche, antecedenti all'epoca storica! Aveva ben ragione il Franklin col dire che certe verità scientifiche difficilmente entrano nei cervelli degli uomini,

Digitized by Google

perchè sono come un chiodo che bisogna mettere nel muro, non dalla parte della punta, ma da quella della testa. Siamo perciò di fronte ad un momento storico dell'evoluzione delle scienze geologiche caratterizzato da reiterati combattimenti fra i geologi che ragionano schiavi del dogma o di antichi errori ed i geologi che ragionano pacatamente, col puro sussidio dei fatti reali e la mente immune da idee preconcette. Ricordiamo dunque questi ultimi colla dovuta venerazione.

La natura organica dei fossili e la loro posizione nei terreni, spiegata con fenomeni naturali, è la doppia tesi che fu sostenuta da due splendide intelligenze italiane: Leonardo da Vinci e Fracastoro. Il primo, avendo progettati e condotti a termine parecchi canali navigabili nell'Italia settentrionale, ed avendo perlustrate le montagne che sono tra le più ricche in fossili, quali, ad esempio, le Prealpi lombarde, ebbe occasione di raccogliere non pochi fossili, che in lui, osservatore per eccellenza, destarono la più viva attenzione. Il secondo fu invece indotto a ragionare dei fossili, e dei fenomeni che vi si collegano, dagli scavi fatti nel 1517 a Verona per la costruzione della cittadella di San Felice, i quali misero alla luce una quantità di pietrificazioni svariate veramente straordinaria.

Gli studî geologici di Leonardo da Vinci non furono pubblicati che quasi tre secoli dopo la sua morte. Egli morì nel 1519, ed i suoi manoscritti che li riguardano si stamparono solo nel 1797 per cura del Venturi, nell'opera: *Essai sur les ouvrages de Léonard da Vinci.* Da questa si ricavano i fondamentali concetti di geologia del sommo enciclopedico, che si possono riassumere così: Gli strati,

Digitized by Google

di cui componesi il suolo, si formarono un giorno sul fondo del mare, ove venivano continuamente trasportati i materiali che risultavano dall'azione erosiva dei fiumi sui terreni preesistenti; le spoglie organiche pietrificate hanno vissuto negli stessi luoghi in cui oggigiorno si rinvengono, quando il mare stendeva su essi il suo dominio, e vi rimasero sepolte man mano che un novello strato sovrapponevasi all'antico; quei fondi marini furono poscia sollevati, diventando sommità di montagna, e ciò perchè la corteccia del globo è come una leva messa in gioco dalla forza di gravità. Domando ora io a' miei cortesi uditori: È forse poca conquista questa del Vinci nel campo della geologia, in un'epoca in cui il *philum* della scienza, come abbiam visto, aberrava maledettamente? Nessuno, io spero, vorrà rispondermi che le idee che ho adesso riassunte siano senza importanza, dato l'ambiente in cui nacquero. Ma, sfortunatamente, esse non furono rese di pubblico dominio in quell'epoca, e questo fatto negativo va elencato fra le cause che ritardarono l'evoluzione della nostra scienza. Leonardo da Vinci nella sua esposizione geologica si assimila la parte migliore del geogonismo greco, e sviluppa di preferenza lo studio dell'attualità, dimostrando chiaramente di voler ricercare la ragione del passato nelle cause stesse che vanno modificando sotto ai nostri occhi la superficie del globo. A questo modo quell'ingegno veramente universale segna anche in geologia, come in tanti altri rami dello scibile umano, un'orma profondissima, benchè solitaria; egli ci appare, tra le nebbie dei secoli, come il tratto d'unione fra l'idea attualistica di Anassagora ed il sistema completo del Lyell.

Influenza più decisa e più diretta sullo sviluppo delle

Digitized by Google

teorie geologiche ebbero le idee del Fracastoro, il quale non esitò a combattere, senza reticenze, gl'idiomorfisti ed i diluvianisti. Questo valentuomo, richiesto del suo parere circa i fossili trovati, come ho detto, in Verona, dichiarò subito che si trattava di residui di organismi, i quali avevano vissuto nel luogo istesso ove si rinvennero, giacchè ivi fuvvi un tempo il mare, nel cui seno, per successive deposizioni, sorsero le montagne. Ecco anche qui ripristinata l'idea paleontologica-nettunistica degli antichi: ecco, dopo tanti secoli, risorgere l'embrionale concetto, che dovrà attingere, stavolta, la sua maturanza, senza arresti catalettici. Il Fracastoro, rendendo pubbliche le proprie idee, non risparmia di colpire gli avversarî; ai teologi dimostra che il diluvio fu una passeggiera inondazione d'acqua pluviale, e quindi non poteva disseminare i fossili, i quali si riscontrano, non solo alla superficie, ma nell'interno delle montagne ed a considerevoli profondità; ai peripatetici fa toccar con mano quanto sia assurdo il pensare ad una forza plastica produttrice dei modelli di organismi. Ma furon sordi i naturalisti del suo tempo; la voce del dottore veronese era destinata ai posteri e non ai traviati contemporanei.

Ancora nel cinquecento l'idea paleontologica ebbe tra gli italiani convinti seguaci. Fra questi è indispensabile ricordare il Cesalpino ed il Maioli, dei quali l'uno assurge ad una concezione essenzialmente nettunica, mentre l'altro arriva, per così dire, al colmo del vulcanismo. Ecco dunque ripetersi quella scissione di scuola che l'antichità ha delineato, e la fine del secolo decimottavo dovrà vedere al massimo grado. Il Cesalpino, che i botanici conoscono certamente meglio dei geologi, pubblicò negli ultimi anni

Digitized by Google

della sua vita uno studio sui minerali (1596), e, dovendo di necessità parlare delle pietrificazioni, che allora erano all'ordine del giorno, fece rivivere l'idea dei nettunisti greci sul ritiro del mare. Ritirandosi questo, gli organismi marini sarebbero rimasti all'asciutto sui continenti, e quivi si sarebbero pietrificati, mentre il suolo andava consolidandosi. Il Maioli invece, pubblicando un anno dopo un grosso volume sulle opere mirabili della natura, pensò che i fossili, di cui ne cita molti e provenienti da diverse contrade, siano stati slanciati sulla terra da poderose eruzioni vulcaniche sottomarine. Benchè assai strana sia l'ipotesi estesa a tutti i fossili, pure essa segna un gran passo nell'evoluzione della scienza, giacchè fa rifiorire nei tempi moderni quell'accordo fra l'idea endogenica e l'idea paleontologica che è necessario per produrre un sistema geologico.

Nello stesso secolo in Francia un genio prettamente originale si elevò di botto, al disopra di tutti i dottori del suo tempo, a proclamare la verità paleontologica. E questo benemerito delle scienze geologiche fu Bernardo Palissy, un semplice stovigliaio che non sapeva nè di greco nè di latino, ed aveva avuto nei suoi studî niun altro libro che il cielo e la terra, sorprendendo i segreti della natura colla pura, ma indefessa e minuta osservazione. Egli fu il primo, fuori d'Italia, a professare chiaramente, senza veli ipocriti o false appendici, che le conchiglie fossili rappresentano veri animali deposti, in tempi remoti, dal mare, nei luoghi stessi ove al presente si rinvengono. I brillanti risultati delle sue pazienti e svariate ricerche d'ordine geologico furono da lui stesso esposti ai suoi contemporanei in un corso pubblico tenuto in Parigi

Digitized by Google

nel 1575, e poscia ordinati in apposito volume pubblicato nel 1580. È curioso il sapere quale fosse la condizione imposta dal Palissy ai suoi uditori; egli pretendeva che ciascuno di essi gli pagasse uno scudo per tutta la durata del corso, obbligandosi, da parte sua, a restituirne quattro a chi fosse stato in grado di dimostrare falsi i suoi dettami. Ma — come dichiara egli stesso — nessuno lo contraddisse d'una sola parola.

Come tutti i naturalisti antichi, il Palissy ha la sua idea generale intorno alla fenomenalità della materia, intesa come un moto ed un tramutamento continuo delle cose; egli assevera che non v'ha cosa alcuna sotto il cielo in riposo; tutte sono in preda ad una perpetua trasformazione, formandosi e distruggendosi senza cessa. Per questa ragione, egli dice, tutte le roccie che costituiscono il nostro globo subiscono continue alterazioni, e mentre alcune vengono distrutte dagli agenti esteriori, altre nascono dai sedimenti in seno alle acque. Riguardo però alla ricostruzione delle roccie egli si dimostra un nettunista esagerato, preludiando alle idee verneriane, e dice infatti al suo interlocutore, giacchè il libro è fatto sotto forma di dialogo, fra l'autore, che si chiama *Pratico,* ed un personaggio cui dà il nome di *Teorico:* « Quando tu avrai bene esaminate tutte le cose sotto l'effetto del fuoco, tu troverai veritiero il mio dire e mi confesserai che il principio e l'origine delle cose è l'acqua ». Quanto ai fossili, le sue idee sono chiare e precise. Dopo aver constatato l'alternarsi sul pianeta dei continenti col mare, fornendo le prove sensibili di questi cambiamenti continui e concludendo che le roccie fossilifere altro non erano da principio che fango marino, egli scrive: « Poichè tro-

Digitized by Google

vansi pietre ricolme di conchiglie, financo sulla sommità delle più elevate montagne, non bisogna che tu pensi, come taluno, che esse siano state formate dalla natura che si diletta a fare qualche cosa di nuovo. Quando io ebbi esaminato ben davvicino la forma delle pietre, trovai che niuna fra esse può prendere la forma di conchiglia nè di altro animale, se l'animale stesso non vi ha prestato la sua forma.... Anche i pesci, i quali trovansi pietrificati in parecchie cave, furono generati sul luogo istesso, quando le roccie non erano che acqua e limo; e quando queste s'indurirono per l'uscita delle acque, anche quelli si pietrificarono ».

Un vero paleontologico scoperto, o per lo meno, intravveduto dal Palissy, è quello della spettanza dei fossili a specie estinte, cioè definitivamente scomparse dalla superficie del globo; infatti egli dice di aver trovate molte specie di pesci e di conchiglie fossili « che non hanno nulla di comune coi moderni viventi dell'oceano ». Inoltre: i fenomeni della silicizzazione del legno, dell'imbibizione di sostanze minerali per parte dei corpi organici, le modificazioni che questi subiscono quando siano sepolti nel suolo, il sistema del sondaggio delle terre, la stratificazione dei varî terreni, i pozzi artesiani, ecc., sono tutti argomenti di dinamica e di stratigrafia che vennero trattati per la prima volta scientificamente con grande finezza dal celebre « potier ». Tutto questo ci permette di concludere che il Palissy ha intravveduto chiaramente l'origine acquea e sedimentare degli strati superficiali della crosta terrestre; ha decifrata con sicurezza l'origine organica dei fossili ed i varî processi di fossilizzazione, ed ha maestrevolmente descritti i cambiamenti che le acque

Digitized by Google

operano sulla superficie del globo. In altri termini egli arrivò, con sagaci ed originali osservazioni, a porre le fondamenta della geologia stratigrafica e della dinamica esogena.

L'idea endogenica, iniziata dal nostro Maioli, prende sviluppo pure in Francia, mezzo secolo dopo la splendida affermazione del Palissy. Così rinascono a breve distanza in Francia i due capisaldi della geologia, già intravveduti dagli antichi e fin dall'antichità trasportati sullo stesso suolo francese, giacchè, come ne informa Strabone, i druidi, che nella Gallia rappresentavano un potere teocratico, analogo a quello dei sacerdoti dell'Egitto, supponevano l'universo soggetto a catastrofi, tanto acquee, quanto ignee, pur ammettendone l'immortalità. È stato il sommo filosofo Descartes a ripristinare il gran concetto del calore centrale del globo, già intuito, come vedemmo, dai pitagorici. Il Palissy aveva rivelate le armonie della terra e dell'acqua: il Descartes doveva completare il sistema, col rivelare l'influenza del calore interno sulle trasformazioni telluriche. Sentite a quali mirabili concezioni assurse il suo genio: « La materia, di cui si compongono tutti i corpi, è della stessa natura, ma la forma ed il movimento che le sue parti sono capaci di ricevere ne cangiano il carattere e le proprietà. Ridotta al suo stato più sottile, la materia costituisce l'elemento igneo, che, trascinato in vortici, forma gli astri, questi globi luminosi sparsi nello spazio. L'elemento igneo, messo in moto, rigetta alla sua superficie le parti più grossolane che vi si trovano mescolate, formando certe macchie simili a quelle che noi osserviamo sul disco del sole. Allorquando il fuoco è molto intenso, esso discioglie queste macchie, man mano che si

Digitized by Google

producono; ma se non ha potenza sufficiente per discioglierle, esse prendono poco a poco estensione e consistenza, e formano attorno al globo luminoso una crosta solida, donde risultano quei corpi opachi conosciuti col nome di pianeti ». Ecco dunque tracciate dal Descartes le linee generali della moderna geogenia. Nè qui si arresta il suo genio, soddisfatto di tanta sintesi; applicato il concetto di globo incrostato alla terra, egli tenta eziandio di rintracciare le azioni del calore interno sulla parte esteriore raffreddata. In ciò risiede la vera geologia, sezione endografica, ed il padre della moderna filosofia intravvede già la causa dei filoni metalliferi e delle dislocazioni del globo, laddove discorre del fuoco centrale che respinge alla superficie le acque d'infiltrazione e fà penetrare le materie metalliche nei vuoti, e laddove dimostra come il raffreddamento progressivo del globo, portando ad una contrazione della massa interna, origina necessariamente profonde spaccature che dividono la crosta in più pezzi, i quali si dislocano e vengono ad appoggiarsi gli uni cogli altri.

Con questo siamo pervenuti alla metà del seicento, e nonostante tutte le belle concezioni geologiche di cui v'ho dato un saggio, l'idiomorfismo ed il diluvianismo rappresentano tuttora la scienza ufficiale! Nè basterà un secolo ancora per soppiantarli completamente. Frattanto il nostro *philum* positivista percorre sicuro la sua strada diritta, noncurante delle mille difficoltà, dei mille inciampi che gli sbarrano il cammino; è come la lava che pochi giorni fa vedevo nell'Atrio del Cavallo aprirsi ad ogni costo il passaggio tra un mare di scorie; l'igneo fiume rosseggiava superbo in quel nero deserto e maestosamente progrediva vincendo ogni resistenza e sormontando ogni sco-

Digitized by Google

glio. Nel secolo decimosettimo due altri genî poderosi affrettano il corso della nostra disciplina, col fondere nel crogiuolo della loro mente l'idea paleontologica colla endogenica. Alludo allo Stenone, gloria italiana, ed al Leibniz, gloria tedesca, i cui sistemi geologici, preludiando a quelli del Moro e dell'Hutton, costringono maggiormente il diluvianismo ad evolvere in nettunismo, ed i diluvianisti stessi a più naturali vedute.

Lo Stenone è considerato a buon diritto come il punto di partenza della geologia moderna, e, veramente, in lui il sistema geologico appare completo. L'idea paleontologica, ch'egli riconosce giustamente, lo porta al concetto stratigrafico; applicando a quest'ultimo l'idea endogenica, assurge al concetto orogenetico, il quale gli permette di tentare per la prima volta la vera storia del passato della terra. È dunque dallo Stenone in poi che la geologia potè veramente dirsi la storia della terra. Lo Stenone era danese d'origine, ma soggiornò tanto tempo presso il duca di Toscana, facendo vita comune coi nostri illustri Redi, Bellini, Magalotti, Berelli, Lorenzini, Torricelli e Viviani, e scrisse e stampò fra noi la maggior parte delle sue opere, cosicchè, come ben disse il Brocchi, può essere considerato come italiano di adozione. Egli dimorò anche due anni in Parigi, che allora era un centro fecondissimo di movimento intellettuale, e dove le idee superiori del Descartes sul sistema dell'universo avevano messo tutte le menti in fermentazione. Questa sua dimora nella capitale francese lo mise al corrente delle migliori idee geologiche del tempo, le quali venivano colà professate, assieme a tanti altri portati scientifici, mediante conferenze che attiravano gli scienziati più distinti dalle varie parti d'Eu-

Digitized by Google

ropa. Siffatte conferenze, che fecero epoca come quelle del Palissy di un secolo avanti, furono tenute dapprima presso il padre Mersenne, il discepolo e l'amico più devoto del Descartes, poscia presso i signori Montmort e Thénevot, ed infine presso l'abate Bourdelot, medico della casa di Condé.

Il sistema geologico dello Stenone è condensato in un volumetto di 76 pagine in-4 — ciò che noi diremmo adesso una memoria — dal titolo: *De solido intra solidum naturaliter contento,* che letteralmente si tradurrebbe: dei corpi solidi naturalmente racchiusi in altri corpi solidi, ma che, secondo lo spirito dell'autore, vorrebbe dire: delle pietre preziose, dei cristalli e delle pietrificazioni contenute nelle roccie solide. Quest'opera, che si può dire una delle pietre miliari della storia della geologia, apparve nel 1669, e, come ho detto, non fu uno di quei soliti volumacci, larghi di formato, grossi di pagine e fitti di carattere, che, a quei tempi, comparivano di quando in quando sull'orizzonte scientifico, come gli elefanti sul palcoscenico dei teatri o nelle arene dei circhi. Ma la sua picciolezza è compensata ad usura dal valore del contenuto, allo stesso modo che la piccola gemma non cede in valore dinanzi al gigantesco monolito. Fa invero meraviglia la giustezza e l'importanza delle osservazioni che contiene; la logica e la forza dei singoli ragionamenti; la precisione dello stile, e, in certo qual modo la forma geometrica con cui è sviluppata la trattazione. L'autore stabilisce, anzitutto, queste due tesi fondamentali: 1° Quando un corpo solido è da tutte le parti inviluppato da un altro corpo solido, s'è consolidato pel primo quello che ha lasciato all'altro la propria impronta; 2° Quando un corpo

Digitized by Google

solido è completamente simile ad un altro corpo solido, sia per il suo aspetto esteriore e la sua configurazione, come per la sua intima composizione, il luogo ed il modo della produzione d'entrambi debbono essere i medesimi. Da queste due proposizioni generiche deduce come corollario: 1° L'esistenza dei fossili è anteriore a quella delle roccie dove sono racchiusi; 2° I terreni stratificati, essendo completamente analoghi ai depositi lasciati dalle acque torbide, debbono avere la stessa origine; 3° I corpi estratti dalla terra, che rappresentano esattamente la struttura delle piante o degli animali, furono certamente prodotti nella stessa maniera, nelle stesse condizioni e negli stessi luoghi.

Il criterio dell'attualità domina sovrano in tutta la trattazione stenoniana, come abbiam visto dominare nel sistema geologico di Leonardo da Vinci. Ma due nuovi criterî applica lo Stenone allo studio dei terreni: il criterio corologico, ed il criterio cronologico. Egli distingue le formazioni marine dalle terrestri e d'acqua dolce, e questa distinzione opera in base ai caratteri paleontologici. E distingue i terreni secondo due epoche di formazione, chiamando terreni primitivi quelli in cui non si trovano punto i fossili, e di formazione più recente quelli che contengono gli avanzi degli organismi. L'idea stratigrafica è in lui assai chiara: egli dimostra che la posizione originaria dei sedimenti è l'orizzontale. I cambiamenti di posizione, per cui molti strati presentansi inclinati o verticali, avvennero dippoi; essi furono causati dai vapori sotterranei che sollevarono la crosta del globo e la spezzarono più volte, e dalla caduta delle masse che sovraincombono alle cavità interne. Tali dislocazioni dei banchi rocciosi, oltre

Digitized by Google

all'aver prodotto le ineguaglianze della superficie terrestre, originarono molti altri fenomeni: e qui lo Stenone si fa a spiegare come le rotture degli strati aprirono il passaggio alle sorgenti delle montagne, a correnti d'aria, ad esalazioni fetide, a prodotti di combustione, ed a tutti i contenuti dei filoni. A quest'ultimo riguardo il nostro geologo previene l'Hutton, considerando i minerali, depositi sulle pareti ed all'interno delle fessure, siccome posteriori alle roccie che li racchiudono, e risultanti dalla condensazione dei vapori sotterranei. Infine, dopo aver analizzati tutti i principali fenomeni geologici, egli fa l'applicazione delle verità dimostrate al suolo della Toscana, nel quale riscontra le prove di sei epoche geologiche successive.

Come vedesi, collo Stenone la geologia fece un passo immenso, arricchendosi di nuovi, importantissimi principî teorici. E pensare che, quando egli annunciava così sane idee, s'era alla vigilia di quel parossismo diluvianistico, che vedemmo malauguratamente caratterizzare la fine del secolo decimosettimo! Nè lo Stenone istesso andò immune dalla lebbra religiosa, come tutti, in generale, i valentuomini della geologia; benchè assurgesse a così originali concezioni, pure non potè a meno di cercare un accordo colle affermazioni della Bibbia. E fa veramente pena a vederlo, nello splendore delle sue idee, procedere stentatamente, quasi con incertezza, nell'affermare certi fatti evidentissimi; egli ha paura di urtare troppo i pregiudizî religiosi e, mentre dà loro mortali stoccate colle nuove vedute geologiche, pare si preoccupi di mettere sulla spada il bottoncino che ammorza il colpo; e non sa sottrarsi, infine, dal fare un tantino di diluvianismo, quando si trova

Digitized by Google

costretto a spiegare le proprie idee intorno al gran cataclisma della tradizione. Ma tutto questo non può menomare d'un dito i grandi meriti che lo Stenone ha in geologia: a noi basta ch'egli abbia messo fuori le sue buone idee, e poco c'importa se abbia usato mille precauzioni in tanta impresa scientifica. In un'epoca, in cui l'abbracciare certe idee era questione di galera o di patibolo, non si poteva certamente essere troppo arrischiati; la stoffa dei martiri non è comune sul mercato. E domandiamo un po', o signori, a noi stessi, che cosa avremmo fatto nei panni dello Stenone? Egli lanciò l'idea e salvò la persona; e poichè l'idea non si può uccidere come la persona, o rinchiudere fra quattro mura, l'effetto scientifico è stato perfettamente il medesimo di quello che si sarebbe ottenuto, se lo Stenone, affrontando i disagi e la morte, avesse usato un linguaggio più ardito e dichiarata la guerra alla geologia ortodossa. S'intende che io parlo nell'interesse dell'evoluzione delle scienze e faccio astrazione assoluta di quanto risguarda il carattere dell'uomo.

Il Leibniz è una derivazione del Descartes e dello Stenone; a Parigi egli aveva trovate trionfanti le idee del primo e se le era assimilate completamente; in Italia aveva conferito a lungo collo Stenone e da questi aveva avuto i migliori particolari circa il suo sistema. Aggiungete a questa duplice e felice istruzione un ingegno poderoso, una volontà tenace, uno spirito di osservazione profondissimo, e non vi sarà difficile di capire quanta orma il sommo tedesco dovette segnare nella storia delle scienze del globo. Il suo sistema geologico, mentre partecipa delle idee dell'endografo francese e dello stratigrafo italiano, conserva però sempre una spiccata individualità propria,

Digitized by Google

grazie alla quale s'è raccomandato ai posteri. Sfortunatamente pel progresso della sana geologia, esso non fu pubblicato per intero che una sessantina d'anni più tardi, e precisamente nel 1749, mentre era stato scritto nell'ultimo quarto del secolo decimosettimo e brevemente riassunto nel *Giornale di Lipsia* del 1693. Voi tutti capirete ch'io intendo parlare della celebre *Protogea*. E chi può non conoscerla? Nel 1680 il duca Ernesto Augusto incaricò il Leibniz di scrivere la storia della casa d'Hannover e quella del ducato di Brunnswick. A tal uopo il nostro geologo consumò diversi anni in ricerche fra gli archivi di Stato, le biblioteche pubbliche e private, e percorrendo la Germania e l'Italia, onde interrogare, volta a volta, gli uomini e le cose, le istituzioni ed i costumi, l'arte e la natura. Come preambolo a siffatto lavoro, che assume proporzioni enormi ed un carattere di erudizione generale, egli aggiunse un centinaio di pagine in cui trattò dell'origine delle cose e delle rivoluzioni a cui il globo andò soggetto. Son queste appunto le pagine che formano la *Protogea,* splendida trattazione geologica e filosofica, che si legge tuttodì col più vivo interesse. Rileggendola stamane nella bellissima traduzione francese che ne fece il Bertrand de Saint-Germain, me la divorai d'un tratto colla massima avidità, altamente meravigliato dinanzi a così ardite concezioni, a così precisa esposizione di fatti, a così sicura induzione di leggi. E per un certo avvicinamento di circostanze, io pensavo ad un altro ingegno che, a parte l'enorme dislivello cronologico, mi pareva somigliante a quello del Leibniz; pensava al nostro Cattaneo, il quale dettò l'impareggiabile introduzione storica alle *Notizie naturali e civili sulla Lombardia.* Sono due genî

Digitized by Google

poderosi entrambi e superiori; due genî, i quali, al pari di fortissime lenti, ingrandiscono ogni oggetto che cade sotto al loro esame, e, mentre tendono ad un punto supremo, sostano per la via a toccarne tanti altri di non minore importanza.

Come il Descartes, Goffredo Guglielmo Leibniz (nato a Lipsia nel 1646 e morto ad Annover nel 1716) reputa la terra un sole estinto, una massa raffreddata dalla periferia al centro, in modo da conservare quivi ancora un estremo grado di calore. Della primitiva incandescenza del globo egli scorge le prove nella natura delle roccie cristalline, le quali costituiscono la parte più profonda della crosta terrestre visibile all'uomo. Tali roccie, ch'egli, con frase felice, dice i grandi ossami della terra, hanno a'suoi occhi una evidente analogia col vetro, epperò conclude che un giorno esse dovevano trovarsi ad un completo stato di fusione. Una seconda analogia egli scorge fra quanto si ottiene nei laboratorî di chimica e negli alti forni, e ciò che costituisce i filoni metallici, la cui distribuzione e combinazione coi differenti sali reputa conseguenza del fuoco. E di questo fuoco residuo, accantonato oggidì nelle profondità del suolo, enumera anche gli effetti attuali, parlando delle acque termali, dei terremoti e delle eruzioni vulcaniche. Con sottili induzioni descrive la lotta che dovette accadere fra la prima pellicola del globo ed i vapori condensati sovra di essa, e dimostra come nell'assettamento della crosta non tutte le sue parti riuscirono di uguale resistenza. Assai felice è poi laddove, parlando del raffreddamento, dice che ne seguirono, in forza delle contrazioni, grandi rotture nella crosta, in modo che, son le sue parole testuali, « certe porzioni, abbassandosi, formarono il fondo delle valli, mentre

Digitized by Google

altre, più solide, restarono in piedi come colonne, ed hanno, per ciò solo, costituito montagne ». Io qui ci vedo, o signori, in queste colonne che son salde, mentre sprofondano gli ammassi circostanti, gli *Horste* delle modernissime teorie orogeniche del Suess e del Neumayr, delle quali vi parlerò a suo tempo. Il genio dell'autore della *Protogea* precorse anche questo a due secoli di distanza!

Dopo la formazione delle roccie cristalline, il Leibniz spiega quella delle roccie sedimentari, e, colla scorta dello Stenone, assurge all'idea stratigrafica. I sedimenti, a parer suo, furono lasciati sui diversi punti del globo dalle vaste inondazioni che dovettero aver luogo, sia per la condensazione dei vapori alla superficie del globo in via di continuo raffreddamento, sia pel crollamento dei vani formatisi nella crosta terrestre durante la consolidazione e riempiti in seguito dall'acqua. Questi sedimenti — adopero le parole stesse del Leibniz — si sono induriti; pel ritorno della medesima causa, gli strati sedimentari si sono sovrapposti; la faccia della terra, poco resistente ancora, fu perciò spesso rinnovellata, fino a che, le cause perturbatrici essendosi esaurite ed equilibrate, si ebbe una condizione più stabile di cose. Locchè « ci dimostra la doppia origine dei corpi solidi, dapprima per via di raffreddamento dopo la fusione ignea, dipoi per via di nuove aggregazioni dopo la loro soluzione nelle acque ».

A questo modo il Leibniz stabilì nettamente le due grandi categorie di roccie che dovunque si presentano, e tale eclettismo è un titolo di gloria non leggero per un geologo che visse un secolo prima di quell'epoca in cui l'esclusivismo toccò il colmo colle due scuole opposte del nettunismo e del plutonismo. Ma egli non è soltanto

Digitized by Google

un giudizioso eclettico: è un vero geologo positivo che riconosce la relatività delle conoscenze del momento, e spera nei progressi dell'avvenire. Egli non afferma con quella sicurezza che, se non è proprio compagna dell'ignoranza, è però quasi sempre indizio di scarsa coltura; egli, come tutti i grandi scienziati ed i forti pensatori, fa note le sue ricerche ed esprime il suo parere, ma non ritiene assolutamente perfette le prime, nè definitivo il secondo, e prudentemente avverte il lettore di quanto rimane ancora da vedere e da studiare. Che bell'esempio pei tanti sfacciati scrittorelli di cose di scienza — che s'impancano a dottrinare per ogni quisquilia vien loro dato di trovare — offre il Leibniz con quelle parole con cui chiude la ipotesi sulla formazione del nostro globo! Ei dice anzitutto: « Benchè queste congetture sovra la culla del mondo sembrino plausibili, e contengano i germi di una scienza nuova, che puossi appellare la *geografia naturale,* noi non abbiamo la pretesa di stabilirla, bensì di darne semplicemente un *saggio* »; poscia dichiara: « Benchè le vestigia del mondo primitivo ci offrano, nello stato presente delle cose, indicazioni uniformi, non dubitiamo che i nostri discendenti ne giudicheranno meglio di noi, allorquando la curiosità degli uomini li avrà portati ad esaminare ed a descrivere i diversi generi di terreni e le loro stratificazioni secondo le contrade ». Per di più il Leibniz, avvertendo di aver parlato soltanto di generalità, fa notare quante e varie questioni particolari rimangano a sciogliersi per riguardo alla storia del nostro globo, e giudiziosamente osserva che su queste ultime solo la posterità potrà decidere « quando la dimora dell'uomo sarà meglio conosciuta ». Vero e splendido genio fatidico!

Digitized by Google

Parlando delle roccie sedimentari, il Leibniz viene naturalmente a discorrere dei fossili che vi si contengono. L'idea paleontologica è in lui completa, come quella che si spinge al concetto dell'evoluzionismo biologico, già intraveduto *ab antiquo* da Anassimandro e da Empedocle. Egli osserva infatti che i fossili differiscono dai viventi, perchè « attraverso tante rivoluzioni del globo molte forme animali dovettero trasformarsi ». Assai ampia è la sua trattazione, destinata a dimostrare l'origine organica dei fossili, così accanitamente osteggiata a' suoi giorni; egli paragona i pesci degli schisti cuprici di Eisleben colle specie viventi marine e d'acqua dolce; dà la figura di varie specie di ammoniti, di belemniti, di crinoidi e di denti di squali, come i fossili la cui natura era più fortemente svisata; quindi parla degli ossami fossili dissotterrati in varie località, spiega l'origine della torba, e finisce colla dimostrazione d'uno spaccato di terreno risultante dalla perforazione di un pozzo. I fossili gli servono per comprovare che il nostro globo fu soggetto, dopo la sua consolidazione, a numerose rivoluzioni, le quali ne alterarono sempre più l'aspetto, ed originarono nuove roccie, fino a dare le condizioni attuali. Così l'antico concetto delle rivoluzioni telluriche rinasce col Leibniz, convalidato dai nuovi fatti scoperti; e questo concetto lo vedremo più tardi affermarsi con una scuola potente, che resisterà molti anni nella lotta per la vita. Ma non è a credere che il nostro geologo sia stato un cataclista per eccellenza; anche a questo riguardo fu un eclettico, poichè ammise l'evoluzione degli esseri, e collocò tra i fattori modificanti la terra, allato delle commozioni violenti, il perenne e lento lavorìo dell'acqua e

Digitized by Google

del calore sulla crosta del globo. V'ha ancora di più. Il Leibniz iniziò quei tentativi di ricostruzione e di riproduzione dei fenomeni geologici, che, proseguiti dipoi da molti valenti analizzatori, dall'Hall e dal Watt al Bischof ed al Daubrée, gettarono sulla nostra scienza la luce provvidenziale dell'esperimento. I geologi antichi, troppo intesi a generalizzare, si accontentavano soltanto della osservazione: col Leibniz s'incomincia a ricercare nell'esperienza l'appoggio e la conferma per le dottrine. Così lo vediamo fondere metalli e pietre, imitare fossili, provarsi a riprodurre artificialmente minerali e gemme preziose, cogliere le affinità fra i prodotti dei laboratorî chimici e quelli delle miniere, e via dicendo. E tutte queste operazioni egli consiglia laddove scrive: « Farebbe cosa importante colui che comparasse accuratamente i prodotti naturali tratti dal seno della terra coi prodotti delle officine dei chimici, poichè brillerebbero allora ai nostri occhi i rapporti sorprendenti che esistono tra le produzioni della natura e quelle dell'arte ».

Insomma, l'opera del Leibniz, di piccola mole come quella dello Stenone, costituisce al pari di essa una delle pietre miliari del progresso geologico. Grande è la sua importanza nella storia dell'evoluzione scientifica, e si può dire giustamente ch'essa completa, dilucida e riunisce in un tutto armonico le idee del Palissy, del Descartes e dello Stenone. Da costoro e da altri naturalisti dell'antichità e de' suoi tempi, egli prese la materia prima, i fatti appurati e le idee sicure, ed il tutto coordinò in una sintesi vasta ed armonica. Non disse, no, cose assolutamente nuove, originali, sui fossili, sui vulcani, sui sedimenti; ma tutto quanto di meglio si conosceva a' suoi giorni

Digitized by Google

sui precipui fatti geologici egli ravvicinò e fuse in un mirabile, continuato ragionamento teorico. Ecco la vera originalità dell'opera sua. Ei diede l'esempio del perfetto geologo, il quale, dai fatti raccolti dai singoli analisti, assurge, per induzione sintetica, alla spiegazione degli eventi della terra, mantenendosi in quel giusto eclettismo d'apprezzamento, che solo può darne la chiave. E tali intelligenze ordinatrici, tali genî della sintesi, come in tutte le scienze, sono nella geologia storicamente necessarî. Senza di loro resterebbero lettera morta le ricerche degli specialisti analitici; si accumulerebbero continuamente i dati dell'osservazione e dell'esperimento, senza alcun frutto. Sarebbe la stessa cosa che, per fabbricare una casa, si continuassero a portare sul posto mattoni e pietre, senza mai pensare a collegarli in salde mura. Ben disse recentemente il Max Muller, che coloro i quali praticano l'analisi scientifica solo come fine a sè stessa, e non per assurgere ad idee filosofiche, più comprensive, altro non sono che bestie da soma che trasportano carichi pesanti, ma li gettano via lungo il cammino, dove, probabilmente, anzichè aiutare, impediranno il progresso della vera conoscenza. Ed il Leibniz, architetto abilissimo, raccogliendo ed ordinando i dati fondamentali della geologia, fece opera indispensabile per la ulteriore evoluzione della scienza. La sua benemerenza perciò, riguardo alle discipline nostre, è assai grande, di inestimabile valore, e, dopo quanto ho detto, nessuno di voi, io spero, vorrà contraddirmi.

Giunto a questo punto, io m'accorgo, o signori, che ho già parlato sin troppo. Mi è mancato, lo confesso, il senso della misura. La conferenza dev'essere — giacchè

Digitized by Google

parliamo di sintesi — anch'essa sintetica nel suo insieme, proporzionata nelle sue varie parti, e deve durare un'ora, od un'ora e mezza al più. Queste prerogative, queste proporzioni e questi limiti io ho, senza accorgermi, tradito e sorpassato. Mi è quindi giocoforza troncare l'argomento a metà strada, restandomi ancora e molto da dire prima di giungere a quanto ho chiamato l'*attualità* delle scienze geologiche. Scusatemi e perdonatemi. Nè mi sarebbe possibile, tanto per andare alla fine, di citarvi solo nomi e libri. Tradirei quel sistema evoluzionistico che ho voluto applicare alla storia delle scienze geologiche. Preferisco terminare in malo modo, lasciando monco il discorso, per ripigliarlo nella prossima conferenza. Rimando ad essa quello che si può dire il *cenozoico* dell'evoluzione delle scienze geologiche. Così, invece di tre, come v'ho promesso, saranno quattro le mie cicalate. Voglio però sperare che la variazione del programma non mi allontanerà la vostra benevola, fin qui troppo benevola, attenzione. Del che vi ringrazio di cuore, dicendovi: arrivederci...

Digitized by Google

Digitized by Google

Conferenza III.

LA MODERNITÀ

(SEGUITO)

Oggi non ho bisogno d'esordio o di ricapitolazione: debbo accollare senz'altro — ed anche per risparmio di tempo — questa alla precedente conferenza. Siamo arrivati — se vi ricordate — al Leibniz, le cui splendide vedute danno luogo ad un momento felicissimo nell'evoluzione storica delle scienze geologiche. È il momento in cui, dopo le valorose contribuzioni del Vinci, del Palissy, del Descartes, dello Stenone, sintetizzate dal Leibniz, la geologia può dirsi fondata, e da quel momento noi la vediamo procedere sicura, mentre vanno spegnendosi e trasformandosi i campioni del diluvianismo e dell'idiomorfismo. Oramai le idee fondamentali della scienza del globo sono conquistate per sempre: non occorre che di ampliarle, di ordinarle, e di trarne un corpo omogeneo e completo di nozioni intorno al passato del globo. Un tentativo di sintesi fu, come vedemmo, quello del Leibniz, colla sua *Protogea* o discorso sulla formazione e sulle rivoluzioni del

Digitized by Google

globo; ma, a confessione dell'autore istesso, troppa materia restava da analizzare. Epperò i geologi che vennero dipoi — sebbene infatuati ancora delle idee generiche, di carattere più filosofico che scientifico, e, diciamo pure, più fantastico che positivo — furono tuttavia più propensi alle ricerche analitiche, alla constatazione dei fatti, alla osservazione rigorosa. La questione endogenica, per esempio, incomincia ad essere studiata, non più con supposizioni vaghe, con teoriche più o meno prossime alla realtà, bensì con l'esame diretto dei varî fenomeni, colla registrazione dei terremoti e delle esplosioni vulcaniche, con lo studio attento e minuzioso insomma degli effetti di quelle forze arcane che agiscono sotterra. E, come le osservazioni paleontologiche determinarono l'evoluzione dell'idiomorfismo nel diluvianismo, così le osservazioni endogeniche determinarono il graduale evolvere, sempre lungo il *phylum* tradizionalista, del diluvianismo nel nettunismo, mentre lungo il *phylum* positivista si affermava, per le stesse ricerche, il momento del plutonismo.

I.

Indugiamo, anzitutto, a vedere come lo studio dei fenomeni dell'attualità, e specialmente vulcanici e sismologici, condotto obbiettivamente da due inglesi contemporanei del Leibniz e dei diluvianisti Woodward e compagnia, abbia radicalmente modificata l'idea diluviana. Intendo parlare di Roberto Hooke e di Giovanni Ray, i quali cercarono spiegazioni geologiche un po' più libere e più consone ai fatti naturali di quelle che ai loro tempi vigevano, pur non potendo al tutto esimersi di concordarle

Digitized by Google

coi testi religiosi. È la stessa istoria dello Stenone e di tanti altri pur illustri scienziati. Quei due studiosi, avendo fermata l'attenzione sugli effetti dei terremoti e dei vulcani, vennero a concludere che le rivoluzioni telluriche, anzichè ad azioni esterne di urti cometarî, di diluvî celesti, *et similia,* dovevansi ripetere certamente dalle conflagrazioni sismo-vulcaniche. È l'idea del Maioli allargata a tutti i fatti geologici, ed è un'idea, come si vede, essenzialmente plutonistica; ma il complesso delle dottrine professate dall'Hooke e dal Ray rientra ancora nella sfera nettunistica, poichè, in definitiva, essi vedevano nell'azione endogena solo la causa determinante quelle inondazioni, quelle invasioni marine, quelle rivoluzioni acquee insomma che producevano gli strati e disperdevano i fossili, e non l'origine degli ammassi rocciosi e delle montagne. A questo modo, i due inglesi di cui parlo, dando giusto peso ai fenomeni dell'endodinamica, si staccarono sensibilmente dalla teogeologia, sovrana dell'epoca, ed approdarono a conclusioni, se non perfette, abbastanza buone e razionali, come quelle che s'appoggiavano sull'osservazione dei fenomeni attuali e sulla comparazione di questi coi fenomeni antichi.

E così fece anche un loro contemporaneo: Atanasio Kircher, il quale, come già vedemmo la scorsa volta, benchè nelle sue opere abbia accumulato molti spropositi, sostenendo la creazione della terra ed il diluvio mosaico, pure, nel suo *Mondo sotterraneo,* raccolse eccellenti idee intorno al calore terrestre, e descrisse minutamente il grande terremoto calabrese del 1638 ed i varî fenomeni del Vesuvio e dell'Etna. Tre concetti importanti troviamo per la prima volta nel Kircher, e cioè: 1° l'aumento della temperatura

Digitized by Google

colla profondità: fatto ch'egli dedusse da varie osservazioni compiute nelle miniere d'Ungheria, e che il Fourier eresse poi a legge, stabilendo il grado geotermico medio; 2° la derivazione delle materie vulcaniche da laghi interni, ripieni di roccie fuse: idea risuscitata due secoli dopo dall'Hopkins, a detta del quale in seno al globo sonvi, residuo dell'antica fusione, alcune cavità piene di lava, ciascuna delle quali comunica con un vulcano; 3° l'allineamento delle montagne secondo certe direzioni formanti figure geometriche: idea ripresa, sviluppata e spinta all'estremo dal De Beaumont col suo famoso reticolato pentagonale. Son tre concetti, come vedete, assai notevoli, e fanno perdonare le tante e tante corbellerie sui fossili e su altri fenomeni naturali che si contengono nelle trentadue grosse opere stampate dal fecondissimo Kircher.

Dal 1688, anno in cui compiva mezzo secolo, al 1703, anno in cui morì, l'Hooke lesse varie memorie alla Società reale di Londra, e tenne parecchie lezioni e conferenze: i suoi scritti però non apparvero che nel 1705. Egli fu per eccellenza fisico e matematico; cionullameno s'occupò a lungo di fossili e di terremoti. Circa i fossili le idee da lui espresse sono veramente ammirevoli; alcune godono il pregio dell'originalità; altre sono felicissimi ingrandimenti di embrioni posti dai predecessori. In primo luogo dimostra l'importanza dei petrefatti. Con frase felice il Cuvier chiamò un giorno i fossili: « medaglie della creazione ». Il detto, perchè usciva da tant'uomo, fece rumore; nessun trattato mancò di riportarlo; ed ancora oggidì vien ripetuto con enfasi. Ebbene: l'Hooke, più di un secolo prima, precisò, e meglio, questo concetto colle parole:

Digitized by Google

« Quantunque possa sembrare a taluno cosa banale una conchiglia od altro corpo fossile, pure siffatti monumenti della natura sono testimonî dell'antichità più autentici che non le monete e le medaglie, poichè le più belle fra queste, al pari dei libri, dei manoscritti e delle iscrizioni, possono essere contraffatte o imitate coll'arte e col disegno, come si pratica spesso ai nostri giorni ». Ed il Fontenelle certamente aveva lette queste righe, allorchè nel 1710, all'Accademia di Parigi, presentando l'*Herbarium diluvianum*, elenco illustrato di piante fossili, dello Scheuchzer, usciva con questa pomposa apostrofe: « Eccovi una nuova qualità di medaglie le cui date sono senza confronto più importanti e più sicure di tutte le medaglie greche e romane ». In secondo luogo, l'Hooke affronta i pregiudizî del suo tempo e combatte l'idea idiomorfistica che riferiva i fossili al capriccio della natura desiderosa d'imitare le svariatissime forme del regno minerale. Le pietre figurate non sono giuochi della natura, formazioni inutili d'esseri senza scopo — egli dice — sono bensì i corpi pietrificati di animali che hanno vissuto od i modelli dei loro corpi. E spiega assai bene, con mirabile chiarezza, come le sostanze organiche possano in varî modi pietrificarsi, riferendo molti esempî, fra i quali quello delle palme silicizzate che di quei tempi erano state trovate in Africa e, sezionate, avevan dimostrata perfetta la loro struttura legnosa. In seguito, appoggiandosi sovra osservazioni coscienziose e con ragionamenti esatti, viene a stabilire tre grandi fatti paleontologici, che si possono enunciare così: I fossili appartengono a specie che più non trovansi tra le viventi — i fossili non sono confusamente disseminati fra le roccie, ma ve n'hanno di

Digitized by Google

caratteristici per certi strati — i fossili delle località settentrionali sono analoghi alle specie che abitano attualmente i climi caldi. Questi tre fatti che l'Hooke, se non stabilisce con sicurezza, certo giustamente intravvede, bastano per dimostrare quanto sian grandi i suoi meriti nel campo geologico.

Il concetto dell'estinzione delle specie fossili doveva nascere in Inghilterra ed in Germania. In Francia ed in Italia la prevalenza dei terreni fossiliferi, per tempo saccheggiati, è di epoche geologiche recenti (terziario), epperò i fossili, oltre al conservare spiccatissimi i caratteri organici, si assomigliano di molto, quasi a confondersi all'occhio non esercitato, alle specie che vivono adesso. Invece i terreni inglesi e tedeschi che furono svaligiati dai primi paleontologi appartengono ad epoche più antiche (mesozoico e paleozoico), epperò i fossili che ne derivano, oltre all'aver mascherati fortemente i caratteri organici, mostrano forme al tutto diverse dagli organismi attuali. Ecco perchè, o signori, il vero paleontologico che « i fossili sono reliquie d'organismi i quali vissero un giorno sulla terra » doveva cogliersi primieramente in Italia con Leonardo da Vinci ed in Francia col Palissy — e perchè l'altro vero che « i fossili appartengono a specie estinte » doveva essere proclamato in Germania col Leibniz ed in Inghilterra coll'Hooke. Ed ecco perchè i fossili recenti sostennero per molto tempo la teorica diluviana, mentre gli antichi porsero un barbacane alle ipotesi idiomorfistiche. Tornando all'Hooke, noi lo vediamo trattare la questione dell'estinzione delle specie fossili con molta prudenza. Persuaso che i nautili, le ammoniti e le altre conchiglie e gli scheletri fossili, scoperti nei terreni dell'In-

Digitized by Google

ghilterra, appartenevano a specie affatto differenti da quelle allora conosciute, egli, prima di supporle estinte, si domanda: Non può darsi che queste specie siano ora relegate negli abissi dell'oceano, e là vivano tuttodì senza che l'occhio umano possa giammai scoprirle? Ma poi, osservando meglio i campioni, pensando al loro modo di giacitura, ragionando intorno alle stranissime loro forme al tutto diverse da quelle che affettano gli organismi nostri contemporanei, egli si assicura che trattasi proprio di generazioni spente ed in certi passaggi de' suoi scritti afferma recisamente il fatto.

L'accenno alle specie caratteristiche dei terreni io lo veggo in queste semplicissime parole: « Certe specie sono particolari a certi luoghi e non si riscontrano altrove ». È un dir poco, se volete, ma è anche un dir tutto. Dato l'asserto, il resto non si riduce che ad un' illustrazione dello stesso. Pure il terzo fatto paleontologico ricordato è espresso dall' Hooke solo così: « Le tartarughe e le grandi ammoniti che si rinvengono nel Portland accusano regioni assai più calde che non siano attualmente ». Anche questa è una pura osservazione, superficiale se si vuole: ma, poichè essa è il germe di una grande idea geologica, la sua importanza non dev' essere sconosciuta. Vedremo tra poco che cosa il Buffon saprà architettarvi sopra: e senza dubbio il sommo naturalista francese avrà tolta l' inspirazione al fisico inglese di cui sto parlando. Il quale volle ad ogni modo darsi anche lui una spiegazione del fenomeno, tornando a far rivivere quelle speculazioni sul cangiamento di posizione dell'asse terrestre, che, iniziate dal nostro Alessandri, furono propugnate od impugnate più tardi, sino ad esser riprese ai nostri giorni, per parte specialmente dei fisici.

Digitized by Google

In fatto di terremoti l' Hooke stabilisce non meno importanti fatti, che poi collega coi paleontologici per trarne un sistema geologico. Egli enumera tutti gli esempî che conosce di convulsioni sotterranee, dalla « terribile catastrofe di Sodoma e Gomorra » al gran terremoto del 1692 alle Antille. Cita fra gli altri: il sollevamento della costa napoletana e l'apparizione del monte Nuovo (1538), l'innalzamento del suolo dell'isola di San Michele alle Azzorre (1591), ed il terremoto del Chilì (1646). In tutte queste conflagrazioni egli constata che il terreno si sposta e che si hanno considerevoli elevazioni o depressioni di suolo. E dall'affermazione di questo fatto passa ad applicarlo all' interpretazione dei fenomeni geologici, sulla scorta dello Strabone, le cui idee risuscita e ripresenta sotto novella luce. Coi terremoti egli spiega le rivoluzioni telluriche, che cambiarono volta a volta gli oceani ed i continenti e trasportarono i prodotti marini, oggidì fossilizzati, nei punti più elevati del globo. « I terremoti » egli scrive « hanno convertite le pianure in montagne e le montagne in pianure, i mari in continenti ed i continenti in mari; essi hanno fatto scorrere i fiumi ove dianzi non esistevano e ne hanno asciugati altri che da lungo tempo fluivano...; essi, insomma, dopo la creazione del mondo, hanno operati numerosi cambiamenti sulla superficie della terra e sono stati la causa per cui le conchiglie, gli ossami, le piante, i pesci ed altri corpi analoghi furono collocati in quei luoghi ove, con grande sorpresa, noi li troviamo oggidì ». Come vedete, questi concetti non sono altro che una ripetizione di quelli che trovammo negli scritti, oltrechè dello Strabone, di Aristotile e di Empedocle: cionullameno anche in ciò l'Hooke ha un merito non

Digitized by Google

leggiero, poichè l'esumazione di siffatte idee influì moltissimo sul progresso della scienza moderna. Ed il merito aumenta se pensiamo che l'Hooke preludiò alla dottrina delle catastrofi, dal Cuvier portata poi, come vedremo, al punto di massimo trionfo. Per questo motivo il valente fisico inglese va considerato come il precursore di quella scuola cataclistica che è stata la predominante nella prima metà del nostro secolo. Egli infatti, inspirandosi probabilmente allo Stenone, di cui conobbe il prezioso libretto, pensò che il passato della terra si dovesse dividere in più epoche, ciascuna separata dalla successiva da violenti catastrofi, di origine precipuamente sismologica, le quali, distruggendo il vecchio mondo, inauguravano un nuovo ambiente con nuovi abitatori. E poichè fra siffatte catastrofi collocò il diluvio universale, come catastrofe ultima, dalla quale la terra sortì l'aspetto attuale, così l'Hooke va eziandio considerato come uno degli anelli di congiunzione, una delle specie intermediarie, fra la geologia diluviana e la geologia cataclistica. Lasciando stare per ora se il concetto delle catastrofi subitanee, universali, sia un concetto naturale e quindi da accettarsi in geologia, devesi però convenire che l'averlo immaginato è già indizio di elevato criterio geologico, come quello che ammette la possibilità di suddividere in varie epoche il passato della terra, di stabilire, cioè, una cronologia del globo. A questo riguardo c'è un periodo dell'Hooke che merita d'essere ricordato. Eccolo: « Bisogna riconoscere » egli scrive « che la lettura degli archivî della natura, nonchè i lavori necessarî per estrarne una cronologia e per stabilire gli intervalli di tempo che sono trascorsi fra i tali cangiamenti o le tali catastrofi, formino un cómpito irto di difficoltà,

Digitized by Google

ma non impossibile ». Parole giustissime, le quali, ripetute adesso, a due secoli di distanza, sarebbero perfettamente ancora a posto.

Ma bisogna eziandio che noi riconosciamo che, non ostante le difficoltà scorte, il nostro Hooke abbia voluto arrischiarsi un po' troppo nello spinoso argomento, abbandonandosi a speculazioni nelle quali non possiamo più seguirlo. Il *virus* biblico qui entra in scena e, se mi permettete un motto parafrastico, quando la religione entra dalla porta, la geologia salta dalla finestra. In questa parte perciò non si riconosce più l'Hooke osservatore, prudente, serio, che ci ha parlato sin qui; troviamo un altro Hooke, immaginoso, arrischiato, equivoco. E la contraddizione fra i due Hooke è marchiana, stridente. Le speciose argomentazioni sul diluvio, i *tira e molla* fra i dati scientifici ed i dogma religiosi, fanno veramente pena in chi l'ha visto dianzi sorgere paladino di veri importantissimi. E fa pena il vederlo discutere coi teologi per sostenere la sua splendida trovata dell'estinzione delle specie fossili, e tirare in ballo, per appoggiarla, la morte cui tutti quaggiù siamo dannati e la dissoluzione finale cui i mondi vanno incontro.

La stessa pena apportano al geologo moderno gli scritti dell'altro inglese: di Giovanni Ray, rinomatissimo scienziato, nato nel 1628 e morto nel 1705 a Black-Notley, nella contea d'Essex. Anche questo sommo naturalista, fra lo splendore di nuovi trovati, fra le verità più belle in ordine paleontologico e sismologico, eccolo perdersi a teologicizzare la scienza, a geologicizzare la Bibbia. Il diluvio, questo cancro della geologia, durato più secoli, lo preoccupa enormemente: egli lo ammette, ma tenta

Digitized by Google

ridurlo a proporzioni minori, considerandolo, cioè, come uno speciale cataclisma avvenuto per lo spostamento del centro di gravità del globo. Naturalista più approfondito del suo contemporaneo Hooke, ed osservatore più sagace e più minuzioso, il Ray corroborò le sue disquisizioni geologiche di molti ed importanti fatti, da lui medesimo raccolti o controllati. Imperocchè egli viaggiò assai, e per tre anni consecutivi — in compagnia del suo amico Willoughby, che, da bravo mecenate, pagava le spese — girò l'Inghilterra, la Francia, la Germania e l'Italia, dovunque raccogliendo materiali d'ogni ramo di storia naturale. Tornato a Londra, il suo amico morì; ma, molto opportunamente, questi lasciogli una pensione che gli diede agio di pubblicare grossi trattati di zoologia, di botanica e di geologia. Quello che c'interessa de' suoi scritti è un *Saggio sul caos e sulla creazione*. Il titolo dimostra già che si tratta d'un lavoro filosofico, fisico-teologico. Vi sono tuttavia svolti, con particolari sani ed importanti, due grandi capitoli di geologia. L'uno riguarda i terremoti, l'altro l'idrodinamica. Dei primi fece anch'egli uno studio particolareggiato, additandoli come la causa delle rivoluzioni telluriche, anteriori e posteriori al diluvio. Al secondo argomento arriva trattando della rovina finale del pianeta, voluta dal testo biblico; mentre i più accaniti ortodossi, seguendo il Burnet, la vaticinavano opera del fuoco, il Ray sostiene che avverrà per opera dell'acqua, ed a questa conclusione egli approda notando la potenza erosiva dei corsi d'acqua alla superficie dei continenti. Epperò egli traduce il fatto dogmatico in un reale fatto scientifico; al concetto indeterminato dei libri religiosi sostituisce un concetto preciso dei moderni libri di geo-

Digitized by Google

logia; in altri termini, volendo spiegare il fenomeno biblico, arriva alla constatazione di un importante fenomeno di dinamica terrestre, quel fenomeno vasto ed ininterrotto che si conosce e si studia sotto il nome molto espressivo di « denudazione dei continenti ». D'altra parte questa, direi, esaltazione del magistero dell'acqua, operata da un teologo rispettoso del diluvio, contribuì efficacemente al passaggio graduale della teoria diluviana alla nettuniana.

Anche il Ray, adunque, deve considerarsi a buon diritto uno dei precursori della geologia. Anch'egli portò eccellenti materiali coi quali più tardi fu innalzato lo splendido edificio della scienza del globo. Per questo gli va perdonato se ne' suoi scritti ci sia molta zavorra teologica; se, frammiste a bellissime dissertazioni di fisica, compaiano interminabili citazioni, tolte ai profeti ed ai padri della Chiesa; se, dopo avere spiegate, colle regole più strette dell'induzione, le antiche rivoluzioni del globo, si faccia poi a discutere gravemente sulla probabilità che il sole, le stelle e l'intiero firmamento vengano distrutti anch'essi quando sia suonata per la terra l'ora della grande conflagrazione. Tale mescolanza di fatti positivi con fatti immaginarî non è certo una buona raccomandazione per gli scritti del Ray, e taluni possono senz'altro scartarli dalle opere scientifiche. Ma se si considera ben davvicino il Ray, togliendogli quel velo impertinente che cela i reali suoi meriti, come ad una donna la bellezza, non tardasi a scoprire in lui un buonissimo geologo, una stoffa eccellente di serio naturalista. Tutto sta che si sappia ben vagliare le sue asserzioni: bisogna eseguirvi una cernita delle cose buone, precisamente come nell'ingombrante ammasso di sabbie l'oculato raccoglitore

Digitized by Google

ricerca attentamente le pagliuzze dell'oro. Fatta la cernita, si avranno raccolte tante e così belle nozioni, che le magagne teologiche resteranno completamente eclissate.

Depurando allo stesso modo gli scritti di un altro scrittore, Luigi Bourguet (che cade in acconcio ricordare a questo punto perchè venne poco dopo i due inglesi nominati), si ottengono importantissimi fatti scientifici, i quali collocano il loro autore in un posto privilegiato nella storia della geologia. Come il suo contemporaneo e connazionale Giovanni Scheuchzer, il Bourguet studiò i fossili scrivendo un trattato al riguardo; ma dove espose idee originali si fu in certe lettere filosofiche, nelle quali, benchè arieggiasse un pochino il geogonismo teologico, raccolse nullameno osservazioni e criterî di valore. Basti il dire che tentò la soluzione del problema orogenico — problema tuttodì in discussione — ragionando sul modo con cui le montagne sono raggruppate, sulla corrispondenza dei loro angoli e sulla orientazione uniforme delle catene, e concludendo che i rilievi del globo debbono la loro origine ad una medesima causa operante simultaneamente sopra vaste estensioni. Ecco anche qui, come nel Kircher, i germi di quella teoria che avrà col De Beumont la sua più alta affermazione.

Dopo così opportuni lumi portati alla scienza del globo dall'Hooke e dal Ray, entriamo, col secolo decimottavo, in un importante momento storico nella evoluzione delle scienze geologiche. I due *phylum,* che corrono di conserva, si arrestano e rispettivamente si allargano con speciali concezioni: il tradizionalista, che non ha potuto sfuggire all'influenza del positivista, abbandona per sempre le

Digitized by Google

stramberie idiomorfiche e l'idea di un gran diluvio, unico ed universale, cagione di tutti i fenomeni geologici passati, e si afferma col *nettunismo;* il positivista, dal suo canto, seguita a raccogliere fatti ed osservazioni e viene ad affermarsi col *plutonismo.* Si delineano quindi, sul principio del settecento, i due grandi partiti che dovranno vivacemente lottare fra di loro per molti e molti anni, e, come succede in ogni cosa di questo mondo, in entrambi i partiti troviamo il buono ed il cattivo, la giusta misura e l'esagerazione dannosa. E si torna daccapo, come nell'antichità, a combattere colle due bandiere: acqua o fuoco. E l'antichità appunto, oltrechè lungo il tramite evolutivo, ha influenza nella cosa per una esumazione diretta delle remote opinioni, operata da un filosofo naturalista che levò molto rumore attorno a sè. Parlo di Benedetto De Maillet, il quale immaginò un sistema geologico rigorosamente nettunistico, inspirandosi ai criterî geologici degli antichi filosofi egiziani.

I miei cortesi uditori si ricorderanno che in Egitto sorse una scuola nettunistica, le cui linee fondamentali vedemmo consegnate in Erodoto, il quale riferisce i colloqui da lui avuti coi sacerdoti di Menfi. Ebbene: il De Maillet — avendo lungo tempo soggiornato in Egitto come console generale della Francia — fondò appunto il suo sistema sulle stesse idee che il Nilo suggerì a quei geologi di trenta e più secoli or sono. Ed invero, l'idea capitale che informa lo scritto del De Maillet — intitolato: *Telliamed* (anagramma del suo nome) *o Dialogo d'un filosofo indiano con un missionario francese sulla diminuzione del mare, sulla formazione della terra,* ecc. ecc., scritto verso il 1716, ma pubblicato solo nel 1748, dieci anni

Digitized by Google

dopo la morte dell'autore — è questa: « La formazione dei terreni, dei continenti e delle isole e lo sviluppo successivo dei vegetali e degli animali son dovuti al fatto che il mare avviluppava tutto il globo alla sua origine e poi andò man mano diminuendo, fino a restringersi nei limiti attuali. La diminuzione avvenne perchè gran parte dell'acqua, ridotta in vapore, abbandonò la nostra atmosfera perdendosi negli spazî celesti ». Ed intorno a queste idee il nostro geologo raccoglie moltissime e giuste osservazioni ed il metodo che impiega prelude già alla scuola attualistica, che vedemmo disegnarsi presso gli antichi e vedremo solennemente affermarsi nel secolo nostro. Ma; c'è sempre quel benedetto *ma,* che ho dovuto pronunciare per tanta brava gente, dallo Stenone al Ray; la genesi biblica è sempre lì col suo soffio letale ad inquinare la trattazione, ad imporre allo scienziato lo sforzo inutile e dannoso di spiegare fatti stranissimi, fuori d'ogni naturale possibilità. E il De Maillet, benchè cominci ad emanciparsi dalle pastoie dogmatiche, benchè inizî un po' di rivoluzione nell'interpretare i sacri testi, fin quasi da parere contrario ad essi (è il primo a dire che i *giorni* della Genesi vanno considerati come *epoche*), pure non sa sfuggire certe discussioni oziose che lo portano a fantasticherie, ad ipotesi strampalate, a concezioni enormemente bizzarre. Così nel suo libro, proprio come abbiamo or ora constatato pel Ray, si possono distinguere due parti: l'una è una raccolta coscienziosa di osservazioni e di fatti da cui trae illazioni giustissime, serene, naturali; l'altra è un guazzabuglio orrendo di ragionamenti, di sofisticherie, di — perchè non dirlo? — vere ridicolaggini. E pensare che i contemporanei portarono ai sette cieli

Digitized by Google

questa seconda parte, e buttarono l'altra, come roba inutile, nel dimenticatoio! Ma noi non scorderemo una terza parte dello scritto del De Maillet; quella cioè in cui, per un secondo riflesso dell'antica civiltà ellenica, egli intravvede ed afferma l'evoluzione degli esseri. Così il nostro nettunista, che diremo classico, si rivela eziandio, a fianco del Leibniz, come un precursore valente di quelle dottrine che, dopo il Lamark, il Goethe ed il Darwin ebbero la sanzione di tutto il mondo scientifico.

Il sistema nettunico del De Maillet venne in gran parte accettato dal Linneo, nella sua opera: *Sull'accrescimento della terra abitabile.* Il grande sistematico svedese accettò anche, come fatto geologico, il diluvio universale, specialmente in ciò che riguarda l'origine degli organismi. Su questo punto conservò alla lettera la narrazione biblica, quale ho accennato nella scorsa conferenza. Egli suppose che Dio creò tutte le specie quante sono attualmente, un paio (maschio e femmina) per gli animali a sessi separati, ed un solo individuo per gli animali ermafroditi e per la maggior parte delle piante. Il diluvio le distrusse tutte, salvo quei pochi rappresentanti di ciascuna che Noè ospitò nell'arca, e poi, a diluvio finito, restituì alla terra. Per spiegare poi come potessero vivere assieme tanti organismi differenti in una sola località, il Linneo fece notare che il monte Ararat nell'Armenia, essendo alto sedicimila piedi, riunisce le condizioni provvisoriamente volute da organismi che sono sparsi ne' varî punti del globo. Sulla cima si saranno allogati gli abitanti della zona polare, a metà montagna quei della temperata ed alla base quei della calda. Come vedete, sono puerili ipotesi, che fanno a pugni con tutti gli altri splendidi concetti naturalistici

Digitized by Google

a cui si spinse la mente del Linneo: per mio conto opino che neppure il Linneo vi credesse sul serio, e che a malincuore le allogasse ne' suoi scritti tanto per non incontrare quei gravi fastidî ch' erano a' suoi tempi riserbati ai contraddittori delle favole bibliche. Così aveva fatto, come dimostrai, anche l'italiano Scilla, paleontologo giudizioso e diluvianista per forza. E molti altri italiani dovettero fare lo stesso giuoco.

Però, nel nostro paese, è giusto il dirlo, la geologia teologicamente camuffata fu più combattuta che altrove. Ne ho già spiegato il motivo la volta scorsa. Aggiungerò ora che fra gli italiani della prima metà del settecento che presero apertamente a combattere ed a gettare nel ridicolo i sistemi fisico-teologici del Woodward, del Burnet e del Whiston, emerge Antonio Vallisnieri, il quale — benchè credente a tutta prova — insiste tuttavia a che la fede non venga mischiata colla scienza, e dimostra che questa ultima può essere razionalmente sviluppata, solo allorquando in essa non abbia parte ciò che è di puro sentimento. Occupandosi specialmente della geologia italiana, egli traccia la disposizione generale dei depositi marini e fa vedere come essi si estendano nel Friuli, nel Vicentino, nel Veronese, nel Reggiano, nel Modenese, nel Bolognese, lungo la Romagna e l'Appennino, nel Genovesato, in Toscana, in Sicilia, ecc. Conclude da ciò che il mare occupò altre volte il territorio italiano e vi soggiornò molto tempo, e che tale circostanza è affatto indipendente dalla catastrofe passeggiera del diluvio mosaico. Questi dati e questa conclusione si contengono nel suo libro: *De' corpi marini che si trovano sui monti,* pubblicato nel 1721, e per la loro giustezza permettono di porre

Digitized by Google

il nome del Vallisnieri accanto a quelli dello Stenone e del Moro.

Altri scienziati nostrani impugnarono la teorica diluviana, ma tutti scesero in lizza colle idee del Vallisnieri, ritenendo cioè per vero e come fatto tellurico parziale il diluvio, ma non accettandolo come fatto geologico universale, salvando a questo modo, come suol dirsi, la capra ed i cavoli. Così fra gli aperti oppositori del sistema diluviano troviamo, come dissi, anche dei preti. Il parroco Spada infatti scrisse, nel 1737, a proposito di alcuni fossili rinvenuti presso Verona, che la teoria diluviana non è sostenibile. È notevole di questo geologo, che pubblicò più tardi una più estesa trattazione, lo schizzo che dà del rinomato monte Bolca, parlando del quale fa vedere le relazioni che esistono fra gli strati ittiolitici e quelli nummulitici. Alle conclusioni dello Spada circa il diluvio, arrivò pure il Matani studiando i fossili di Volterra e di altre località. Mentre poi di questi tempi la teoria diluviana era sostenuta dall'Istituto di Bologna, essa veniva combattuta da quello di Firenze; ma anche qui trattavasi di un'opposizione moderatissima che doveva portare, come portò, una modificazione nella geologia pei credenti, e non una radicale riforma. Si abbandonò il diluvio unico (diluvianismo) per ammetterne parecchi (nettunismo cataclistico).

Frattanto però i geologi italiani, più che delle questioni teoriche pro e contro il diluvio, si occupavano di raccogliere e classificare i fossili; e difatti noi troviamo nella prima metà del secolo scorso una eletta schiera di paleontologi sistematici che vanno frugando nei terreni fossiliferi, e riferiscono intorno alle varie specie

Digitized by Google

che riscontrano, senza tanto infastidirsi nel pensare se esse provengano dal diluvio universale, o dalle invasioni marine, o dalle esplosioni vulcaniche. Anzi, qualcuno fra essi crede partito migliore quello di tener buone tutte le ipotesi, come fa appunto lo Zanichelli, il quale, a proposito della situazione dei fossili, ora li ripete dalle traslocazioni del mare, ora suppone che esista una comunicazione segreta tra il mare e la terra (e adduce in prova la Salsa di Sassuolo che rigurgita di conchiglie e legni bituminosi), ed ora ricorre al diluvio. Così facendo tutti accontenta, e con tale eclettismo tranquillizza anche sè stesso, nè corre il rischio di prendersi pe' capelli con un fanatico diluvianista suo contemporaneo, certo Costantini, che vede il diluvio in ogni ciottolo in cui inciampa. I paleontologi di cui parlo sono tutti veri escursionisti e raccoglitori. Eccovi il Galeazzi che, munito del suo bravo barometro per prendere le altezze, pellegrina, nel 1711 e nel '15, attraverso le montagne della Garfagnana e del Bolognese, frugando in ogni cantuccio per ritrovare fossili, e si ferma a fare curiosi esperimenti alla Salsa di Sassuolo, alle fonti di petrolio di Monte Zibio ed ai fuochi di Barigazzo. Le relazioni di queste gite furono poi consegnate all'Istituto delle scienze di Bologna. Eccovi Giovanni Monti, altro membro dell'Istituto stesso, che, dal 1719 al '29, perlustra attentamente tutta la regione bolognese col divisamento di fare una raccolta completa dei fossili che vi abbondano, e d'istituire poi gli opportuni paralleli fra essi e le specie viventi. Anche i suoi scritti furono inseriti negli Atti dell'Istituto predetto. Eccovi il già accennato Zanichelli che, mirando a formare in Venezia un grande museo di paleontologia, si dà di tutta lena a raccogliere

Digitized by Google

fossili nelle principali località venete, intraprendendo sovente faticosissimi viaggi, ed a farsene mandare, con gravi sacrifici, anche dalle più lontane regioni, come dalla Norvegia. Di tutti gli esemplari raccolti stampò due successivi cataloghi, con indicazioni di provenienza e di giacitura, negli anni 1720 e '36. Eccovi Pietro Michieli, un convinto vulcanista, che percorre in lungo ed in largo le colline del Sienese raccogliendo piante e fossili, e preparando in tal modo quegli importanti materiali che darà poi di pubblica ragione il suo affezionato discepolo Targioni. Il Michieli, nel 1733, indovinò la natura vulcanica dei distretti di Monte Amiata, di Radicofani, di Viterbo e di Bolsena, preludiando a quelle scoperte per le quali vedremo tra breve in Francia salire in fama il Guettard ed il Desmarest. E questo fatto non è trascurabile, poichè dimostra una volta di più come la maggior parte delle concezioni geologiche sia stato frutto di cervello italiano. Eccovi Gregorio Piccoli che s'arrischia ne' labirinti di una grotta dei monti di Verona per trarne i numerosi ossami che, cementati dalle incrostazioni, ne ingombrano il pavimento, e dei quali tenta una classificazione con una brevissima nota (1739). Eccovi il Marsilli che, meravigliato nello scorgere una regolare distribuzione di fossili nei terreni del territorio di Parma, raggruppantisi secondo certi generi e certe specie, corre tosto a scandagliare l'Adriatico per vedere se lo stesso ordine di distribuzione hanno le forme viventi. Questo giudiziosissimo geologo aveva altri progetti bellissimi pel capo, specie tectonici ed orometrici, ma, sfortunatamente, non potè trarli a compimento. Eccovi il Matani, che spulcia i terreni del Volterrano e del Pisano elencando tutti i fossili che rin-

Digitized by Google

viene, e ne' quali scorge la prova non del diluvio, bensì della stabile permanenza del mare sugli attuali continenti. Eccovi... ma non la finirei più andando di questo passo; l'orologio m'avverte che si fa tardi.

Tuttavia non voglio tralasciare di presentarvi due altri valentuomini italiani della stessa epoca, i quali hanno l'alto merito d'aver fondata la paleontologia microscopica. Fu il Beccari il primo che, nel 1729, applicò il microscopio all'esame delle sabbie fossilifere, e, pel primo, rivelò ai naturalisti il vastissimo mondo minuscolo che esiste allo stato fossile, e che ha sì gran parte nella formazione di molte roccie d'alta importanza stratigrafica. Egli ricercò, con mille ingegnosi mezzi meccanici e chimici, la fauna fossile delle arene e delle argille, e, per primo saggio de' nuovi esseri, presentò e descrisse quella piccola specie di politalamica che il Linneo chiamò poi, in suo onore, *Nautilus Beccari*. Di questa conchigliuzza egli numerò più di 1500 individui in due oncie delle marne sabbiose subappenniniche, e, notando la grande somiglianza d'essa colle ammoniti, reputò trattarsi di un'ammonite in miniatura. Dieci anni più tardi il Bianchi continuò le ricerche del Beccari, estendendole alle sabbie ed alle fanghiglie della spiaggia di Rimini. Questo secondo microscopista, mentre stava in questa città, trovò molte altre forme di foraminifere, e le descrisse in apposita opera, reputandole anch'egli piccole ammoniti. Eletto poi professore a Siena nel 1742, si fece a cercare nei dintorni della nuova residenza le microscopiche conchigliuzze, e fu tanto fortunato da rinvenirne un grosso banco, pieno zeppo, a solo un miglio dalla città. Tali scoperte originali levarono in gran fama il nome del Bianchi, e questi,

Digitized by Google

che si faceva chiamare Iano Planco, non mancò di menarne vanto in modo troppo palese e tale da far uscire dai gangheri i rivali e gl'invidiosi; onde parecchie satiruzze fioccarongli alle spalle. Ed invero egli aveva, come narra il Brocchi, la debolezza di essere ambizioso fuor di misura. Siccome era anche medico del papa, grado cui egli dava molta importanza, voleva sempre che lo ritrattassero in abito prelatizio; e talvolta si faceva dipingere con un gran corno nella tempia sinistra, significante quello della sapienza, e sotto a' suoi ritratti, con quell'equivoca appendice, soleva scrivere in latino: *Iano Planco che molto scrisse e scrive, e sempre con ornato e colto stile.* A parte però queste debolezze e gli errori in cui incorse ritenendo per fossili minuti certi semi vegetali, il Bianchi rese veramente buoni servigi alla scienza del globo, ed allargando le ricerche del Beccari invogliò il Soldani a continuarle. Il Soldani infatti, nell'ultimo quarto del secolo scorso, portò una fortissima contribuzione alla paleontologia microscopica, ed il suo nome, associato a quello dei due di cui v'ho parlato, costituisce la triade gloriosa donde rampollò il numeroso esercito attuale che si occupa dello studio delle piccole forme fossili. Il quale studio non poteva a meno di nascere qui da noi, dal momento che le colline terziarie dell'Appennino sono pregne di questi piccoli esseri e parimenti esuberanti sono in varî punti le arene della spiaggia adriatica.

II.

Con ciò, adunque, abbiamo visto in qual modo e per quali processi evolutivi siasi affermato il nettunismo al principio del secolo scorso. Dalla parte opposta, per l'interesse

Digitized by Google

vieppiù crescente che destavano le nuove osservazioni sui terremoti e sui vulcani, consolidossi il plutonismo, e la guerra fra le due scuole non tardò ad essere dichiarata. Ma chi fu meno leale e meno abile nel combattimento fu il nettunismo, difeso accanitamente dai soliti teologi geologicanti. Tornò quindi a verificarsi quella regressione, che ogni scienza — e la geologia specialmente, come già dicemmo — dovette subire quando le questioni religiose hanno voluto immischiarsene. L'idiomorfismo degenerò coi neo-scolastici; così il nettunismo, dopo comparsi gli scritti poderosi dei primi plutonisti, invece di modificarsi, come avrebbe dovuto fare, rincrudì maggiormente, credendo di sostenersi e di vincere la battaglia col farsi più esclusivo. Errore gravissimo questo, di cui, dopo tanti smacchi, la Chiesa dovrebbe esserne una buona volta persuasa. La natura vuole che gli organismi, per poter vivere, si adattino alle nuove condizioni che vanno creandosi: quei che non sono suscettibili di tale adattamento finiscono per soccombere e scomparire. Così è delle idee. Quelle idee che vogliono resistere all'evoluzione ineluttabile, portata dal progresso, sono condannate alla morte. È una specie di degenerazione che si risolve in un suicidio. Ed è appunto per questa legge che il nettunismo ostinato, esclusivista, partigiano, della metà e della fine del secolo decimottavo, fu peggiore di quello che vedemmo professare dall'Hooke e dal Ray. È ancora l'Inghilterra che ci dà l'ingrato spettacolo di una scuola nettunistica gretta, intollerante, intransigente, rabbiosa; e, come avvenne ai tempi del diluvianismo, i veri geologi furono perseguitati sotto accusa di eresia, d'incredulità, di ateismo. Bastava professare opinioni plutonistiche per tirarsi addosso l'odio

Digitized by Google

di tutti, come succede ancora adesso pei liberi pensatori in certi paesi (anche d'Italia) dove i preti spadroneggiano e la gran maggioranza della popolazione è costituita da beghine e da bigotti. Il Lyell, che è un inglese, ci informa esattamente di questa vera caccia all'uomo che si dava ai geologi plutonisti: per averne un'idea, egli scrive, basterà sapere che la buona società avrebbe accolto nel suo seno piuttosto un uomo di dubbia moralità che un geologo vulcanista! È poi triste il pensare che, fra gli oppositori della sana geologia, c'erano anche, confusi con la turba ignorante dei teologi e dei filosofastri, mineralogisti e paleontologi di valore. Questi ultimi specialmente, intenti solo a raccogliere, pulire, classificare ed ordinare i fossili, non volevano saperne di accettare quei corollarî naturalissimi che sgorgano dallo studio degli organismi passati; e, mentre facevano progredire la paleontologia sistematica, godevano un mondo a denigrare ed ostacolare la geologia teorica. E questa profonda differenza fra paleontologo e geologo, che la storia conferma e lumeggia sinistramente, dovrebbe persuadere una buona volta gli aggiudicatori delle cattedre universitarie di geologia, sulle quali, per un malvezzo eretto da varî anni a sistema, s'insediano coloro che hanno soltanto specialissimi lavori paleontologici, e nessuno scritto di quella geologia che son chiamati ad insegnare...

Dicevo dunque che i nettunisti della fine del 700 eran peggiori di quei del principio. Invero le teorie nettuniche od ancora diluvianistiche del Calcott, del Wallerius, del Whithehurst, del Williams, del Kirvan, del De Luc, del Buckland e di altri geologi e paleontologi che pubblicarono le loro elucubrazioni e i loro cataloghi tra il

Digitized by Google

secolo scorso e l'attuale, non hanno nulla da invidiare alle fantasticherie del Woodward, del Burnet, del Whiston e compagnia bella. Il De la Métherie poi, che scrisse nel 1797, ed il Lamark, che scrisse nel 1803, professarono un sistema geologico molto simile a quello del De Maillet, senza tener conto delle osservazioni delle quali s'era arricchita la scienza dopo tanti anni. Certamente lo copiarono da lui, come da lui tolsero il concetto dell'evoluzionismo biologico, che, se nel Lamark toccò immortali manifestazioni, nel De la Métherie dimostrossi non meno coll'avvicinamento dell'uomo alla scimmia. Mancandomi il tempo per parlarvi di tutti (e d'altronde poco di buono impareremmo in linea geologica), mi limiterò a darvi un'idea del sistema geologico del De Luc. Il campione vi basterà per conoscere la partita intiera. E badate che il De Luc era contemporaneo e concittadino del De Saussure; ma quanta differenza fra i due ginevrini! Il parallelo è stato felicemente tracciato dal D'Archiac. Il De Saussure — lo conosceremo stasera stessa — esce raramente dal campo dell'esperienza e dell'osservazione attenta dei fatti, concentrando le sue ricerche in uno spazio ben limitato e gloriosamente percorso. Spirito giudizioso, sobrio fino alla paura in fatto di deduzioni teoriche e d'ipotesi, egli preferisce di stare al di qua di ciò che conosce, piuttosto che correre il rischio di smarrirsi al di là; quando egli parla delle opinioni che non condivide, si esprime sempre con una perfetta convenienza di linguaggio. Il suo libro — *Viaggio nelle Alpi* — è un modello d'esattezza ed un quadro sempre vero, semplice ed animato di questa natura, di cui egli rappresenta le scene imponenti e svariate. Il De Luc, invece, sotto

Digitized by Google

l'impero delle idee preconcette o delle credute necessarie relazioni fra soggetti d'ordine assai diverso, ha visitato parecchi paesi. Spirito avventuroso; mostrandosi, nelle sue relazioni epistolari, critico parziale e senza elevatezza; credendo di non marciare che coll'esperienza, e tuttavia scostandosene incessantemente per cadere nel dominio delle speculazioni immaginarie; mescolando, senza accorgersi, il vero ed il falso, il dimostrato e l'indimostrato, ed associando i risultati scientifici colle credenze, colle narrazioni ed i dogmi religiosi — egli ha potuto procacciarsi una popolarità momentanea, ma che il tempo non deve punto sanzionare, poichè non ci ha lasciato che opinioni arrischiate, senza fondamento e senza possibile applicazione.

Ecco il riassunto del sistema cosmo-geogonico deluchiano, quale si può ricavare dalle sue varie pubblicazioni fatte tra il 1778 ed il 1810. L'autore dell'universo ha creato i nostri globi nei luoghi medesimi ove essi sono. Originariamente erano composti di pulviscoli od elementi secchi ed incoerenti: — la luce fu creata ed il sole divenne luminoso; — i suoi raggi, arrivando sulla terra, vi svilupparono la causa del calore; — i pulviscoli dell'acqua divennero liquidi sino ad una certa profondità; — l'acqua sciolse allora una parte dei pulviscoli degli altri corpi; — un'altra parte, discendendo, in virtù del suo peso, in mezzo all'acqua, andò a depositarsi sul fondo di questo mare, ossia nella parte non ancora fusa dal calore; — quivi formò un fango; — i pulviscoli in soluzione si riunirono, secondo le diverse leggi dell'affinità, cristallizzarono e formarono sopra il fango una crosta solida; — son questi i terreni primitivi. Continuando la trasformazione dell'acqua pulviscolare in liquido, si formarono dei

Digitized by Google

vuoti sotto la crosta: questa s'infranse, e le sue parti si abbassarono. Le acque esteriori, penetrando in quelle caverne, diminuirono alla superficie; nuovi pulviscoli vennero a mescolarsi nella grande soluzione, e si formarono nuovi strati. Ad una certa epoca le parti rimaste solide, che sostenevano una gran parte della crosta, cedettero; — la crosta s'abbassò d'un tratto; — le acque esteriori diminuirono fortemente; — i continenti dell'antico mondo restarono a secco, e si popolarono tosto d'animali terrestri e di vegetali; — il mare eziandio si popolò. Continuarono a verificarsi parziali abbassamenti, e nuovi strati si formarono. Infine le masse di pulviscoli, o pilastri, che sostenevano i continenti, diventarono liquidi anch'essi e le terre si sommersero; — il mare, versandosi sovra le parti sprofondate, abbandonò il suo antico letto, che diede luogo ai continenti attuali. Quest'ultimo cataclisma corrisponde al diluvio della Bibbia, e da esso incomincia l'epoca che ha condotto il nostro globo al suo stato presente, poichè gli effetti delle cause agenti furono esauriti; — in seguito il livello del mare non s'è mai cangiato, nè si formarono altri strati minerali; — le ultime precipitazioni, pulviscoli semplicemente concrezionati, non furono che di pura sabbia. E quando succedevano degli abbassamenti, certi terreni andavano soggetti ad un movimento d'altalena che, precipitando nei profondi abissi una delle parti, sollevava l'altra a grandi altezze; — tale è l'origine delle vallate e delle montagne. E tale, dirò io, terminando di recitarvi quest'ingegnosa collana di fenomeni più o meno naturali, erano le idee che il De Luc, all'aurora del nostro secolo, andava spacciando, ed una folla entusiasta di traviati studiosi veniva plaudendo.

Digitized by Google

E pensare ancora che siffatto romanzo fantastico veniva intessuto quando la geologia poteva già dirsi fondata nelle sue branche principali, quando le vecchie teorie della terra erano già state spazzate da rigorose osservazioni, da corollarî ineccepibili, da razionalissimi sistemi. A sgombrare le vie del firmamento geologico avevano potentemente contribuito gli scritti di Anton Lazzaro Moro e di Giorgio Luigi Leclerc, conte di Buffon. È assolutamente necessario, uditori cortesi, ch'io mi fermi anche su questi due valorosi pionieri della moderna geologia con la voluta ampiezza. L'idea endogenica che è stata, per così dire, il protoplasma fondamentale del *phylum* positivista, radicantesi nell'antica civiltà ellenica, e che già vedemmo felicemente fecondata dal Maioli, dal Descartes, dallo Stenone e dal Leibniz, trova nel Moro e nel Buffon due grandi apostoli che, alle antiche, aggiungono nuove osservazioni, nuove ricerche, nuove teorie.

Anton Lazzaro Moro, nato a San Vito sul Tagliamento nel 1687 e morto nel 1740, è gloria italiana, ed è l'anello di congiunzione fra l'antica scuola vulcanistica di Empedocle e quella che vedremo sorgere a momenti coll'Hutton alla testa. L'osservazione è la guida precipua del Moro: dallo studio dei fenomeni attuali egli assurge all'induzione di quelli dei tempi passati. Dato il metodo, si vede già il geologo perfetto; è un degno discendente della scuola greca, i cui allori, come vedemmo, rinverdirono con la Rinascenza. Come Empedocle, scrutando i misteriosi palpiti dell'Etna, ora tranquilla con leggerissimi vapori, ora furente con esplosioni terribili, indovinò le forze che si esercitano sotto ai nostri piedi; come il Maioli, colpito

Digitized by Google

dall'eruzione che nel 1538 diede il Monte Nuovo presso Napoli, pensò tosto all'intervento dei vulcani nella formazione delle montagne e nella disseminazione dei fossili; come l'Hoocke ed il Ray, meditando sugli effetti dei terremoti spaventevoli del 1646 nel Chilì e del 1690 nelle Indie occidentali, approdarono alle idee endocataclistiche di cui vi ho intrattenuto alcuni minuti fa — così il nostro Moro, facendosi a pensare intorno all'apparizione repentina dell'isola di Nea-Kameni, avvenuta nel golfo di Santorino durante le ripetute scosse del terremoto che tormentò quella contrada nel 1707, concepì la sua teoria plutonistica nella quale son coordinate ed ampliate quelle sparse linee dell'idea endogenica che vedemmo emanare, come sprazzi di vivida luce, dal genio altissimo di antichi scrittori. E che realmente il fenomeno di Santorino sia stato il punto di partenza del sistema di Lazzaro Moro, noi dobbiamo arguire dal modo assai curioso con cui l'autore inizia la trattazione. Ei suppone infatti, con molto spirito, che non appena quell'isola fatata, per un soverchio palpito dell'igneo cuore terrestre, surse dalle onde, una spedizione di naturalisti — probabilmente appartenevano a qualche Circolo come il nostro, e come il nostro in relazione a qualche Società geografica favoritrice di viaggi — vi approdasse, senza peranco sapere che l'isola si era da poco ed improvvisamente formata. Tosto quei curiosi della natura, com'è loro abitudine, si danno attorno per studiare la nuova regione, ed ecco che non tardano a rinvenire, sparsi sul terreno, abbondanti avanzi di conchiglie e di altri organismi marini. Nasce, *ipso facto,* fra quei valentuomini una disputa accanita. L'uno si fa immediatamente a gridare alle prove irrefutabili

Digitized by Google

del diluvio mosaico; un altro, sorridendo, sostiene trattarsi di semplicissimi giuochi della natura; un terzo, serio serio, sentenzia che il mare, *temporibus illis,* uscì dai suoi confini per salire, da bravo alpinista, le montagne e regalarle, da principe munifico, dei suoi prodotti; un quarto, arzigogolando più sottilmente, dice che quegli avanzi sono di animali, i quali nacquero e vissero in qualche caverna dell'isola, nel cui interno l'azione del calore sotterraneo aveva spinto, allo stato di vapore, l'acqua marina pregna d'invisibili germi organici, che in seguito svilupparonsi. Fatto questo brillante, argutissimo quadretto, il Moro entra, a gonfie vele, nell'argomento, e svolge la sua teoria. Il libro di cui parlo s'intitola: *Dei crostacei e degli altri corpi marini che si trovano sui monti,* e fu pubblicato in Venezia l'anno 1740: immediatamente ne fu fatta una traduzione completa in tedesco, e le riviste scientifiche dei principali paesi ne diedero larghi sunti. Bisogna però ch'io vi dica subito che il Moro non ebbe troppa cura della forma: l'esposizione dei suoi profondi concetti non riuscì abbastanza chiara; lo stile contorto, prolisso, offusca in molti punti il pensiero dell'autore; certi argomenti sono assai diluiti, cert'altri appena sfiorati. L'opera sua quindi — come quelle di molti scrittori d'oggigiorno, i quali credono che un po' di arte, un po' di sintassi, e, magari, un po' di grammatica facciano a pugni colla scienza — non poteva essere intelligibile a tutti di primo acchito. Ed anch'io adesso sarei in grave imbarazzo dovendovi riassumere la teoria del Moro, se, per mia fortuna, e per fortuna della scienza e de' contemporanei di questi, non ci fosse stato un suo discepolo ed ammiratore che meglio la esponesse, illustrandola, commentandola e

Digitized by Google

difendendola con nuovi ragionamenti e nuovi fatti. Quest'uomo benemerito fu Cirillo Generelli, il quale, nove anni appresso, in un'adunanza letteraria di Cremona fece una bellissima esposizione, chiara e completa, del sistema di Lazzaro Moro, e la pubblicò poi a Milano nel 1757. Grazie a lui il mondo scientifico meglio comprese le idee del sommo geologo ed il loro trionfo, in quanto avevano di buono, ed era molto, venne affrettato. Ben disse lo Stoppani: Al Moro la gloria d'avere scoperta la gemma; al Generelli quella d'averla pulita e resa brillante.

Quali sono, adunque, prendendo a guida la dilucidazione generelliana, i concetti principali del sistema in discorso? Il Generelli, anzitutto, fa osservare che il sistema del Moro è rigorosamente naturale: esso rende conto di tutti i fenomeni senza violenza, senza finzioni, senza ipotesi, senza miracoli; non va quindi confuso con tutte le altre teorie della terra che escono dai limiti entro cui si sviluppano le forze della natura. Premessa giustissima ed utile! Ed era tempo che la geologia, come le altre scienze naturali, si mettesse una buona volta sulla via, grande e diritta, dell'osservazione rigorosa, che già avevano indicata Aristotile ed il Palissy. La storia della terra deve farsi, non colla fantasia, o spulciando i vecchi autori, od almanaccando sui testi della Chiesa, bensì col frugare e studiare la terra stessa, perchè, come il Generelli avvisa, le viscere del nostro globo hanno accuratamente conservato i monumenti dei tempi passati. Si è col leggere, col decifrare questi monumenti che quella storia si scrive; e questo solo è il processo da seguire; bisogna esaminare i fatti, ripete il Generelli, e non altro; in questa più che in ogni altra divisione delle

Digitized by Google

scienze fisiche le osservazioni e le esperienze sono indispensabili. E continua dicendo che la terra, in ogni punto che si voglia scavare, si compone di differenti strati o terreni sovrapposti gli uni agli altri, e formati gli uni di sabbia, di rocca, di creta; gli altri di marna, di carbone, di pomice, di gesso, di calce e via dicendo. Queste sostanze sono ora pure, ora mescolate fra di loro in modo confuso. Nel loro interno si trovano spesso imprigionati pesci marini, allo stato di mummie secche, e più spesso ancora conchiglie, crostacei, coralli, ecc.; e questi fatti si osservano non solo in Italia, ma anche in Francia, in Germania, in Inghilterra, in Africa, in Asia ed in America, — negli strati più interni, come negli strati più superficiali della terra, sulle montagne come nelle miniere più profonde, nelle vicinanze del mare come a più centinaia di leghe dalla spiaggia. Alcune roccie però, diversamente da quanto opinava il Woodward, non contengono fossili. Ciò che resta degli animali, passati allo stato fossile, consiste nelle loro parti più solide, e gli strati più duri dovevano essere molli allorquando queste spoglie vi furono racchiuse. Si trovavano eziandio in mezzo agli strati produzioni vegetali a diversi gradi di maturità, locchè prova ch'esse vi furono deposte in differenti stagioni. In Inghilterra ed altrove riscontransi elefanti, cervi ed altri quadrupedi terrestri negli strati superficiali che non furono giammai coperti dal mare. Le alternanze degli strati marini con quelli che contengono prodotti terrestri o d'acqua dolce e salmastra sono rare, ma non senza esempio. Gli animali marini sono disposti negli strati sotterranei in gruppi distinti, con ordine mirabile; qui le ostriche, là i dentali od i coralli, proprio come sulle rive dell'Adriatico...

Digitized by Google

Con questa messe di sane osservazioni stratigrafiche e paleontologiche, capirete, miei signori, come il Moro ed il Generelli dovettero formarsi giudiziose idee intorno al passato della terra. E qui siamo alla parte sostanziale del sistema. Come poterono quegli strati, che erano indubbiamente un giorno fondi di mare, diventare continenti asciutti ed alte montagne? Il Moro ripiglia la embrionale idea della scuola pitagorica e d'altri predecessori, e meglio la sviluppa e la completa. Le montagne — ei dimostra — sorsero in virtù della forza di espansione che ha l'interno del globo, quella forza stessa che dà luogo ai terremoti ed alle esplosioni vulcaniche; fu sotto l'impulso di questa forza che emerse la mole dei continenti, stringendo il mare entro più angusti confini: sono effetti di questa azione i contorcimenti, le rotture, i salti e le mille altre accidentalità che presentano gli ammassi rocciosi. Ecco dunque come dal presente egli assurge al passato, come dalla stratigrafia assurge alla orogenia. E qui il Generelli, a meglio convalidare le tesi, scrive parecchie pagine, così piene di sano criterio e di esempî opportuni, così ordinate e così limpide che non par vero pesi ormai su loro un secolo e mezzo! Si scrive peggio, vi garantisco, oggigiorno da certuni che han tanto di cattedra. Il nostro autore continua dicendo che, come avvennero i sollevamenti, verificaronsi sulla faccia terrestre gli sprofondamenti, e viene poi a descrivere la degradazione ininterrotta cui vanno soggette le terre emerse, principalmente per l'azione dei fiumi e dei torrenti. Coglie quindi splendidamente quel processo di eterna compensazione cui si riduce, in definitiva, tutta la dinamica del nostro globo; mentre certe forze abbattono e distruggono,

Digitized by Google

altre innalzano e costruiscono. Sentite la chiusa seguente, che ha mandato in visibilio financo un inglese, il Lyell, e certo perchè il grande uniformista vi aveva trovato il germe anassagoriano della nuova geologia: « Sarebbe egli possibile che la degradazione dei continenti avesse potuto continuarsi durante seimila anni (e, può essere, un maggior numero di anni) e che le montagne fossero rimaste ancora sì grandi, se le loro rovine non fossero state riparate? È egli credibile che l'autore della natura abbia fondato il mondo sovra leggi tali, per cui la terraferma debba andare continuamente diminuendo fino a quando si troverà completamente sommersa sotto le acque? È egli credibile che, fra tante cose create, le sole montagne diminuiscano tutti i giorni in numero ed in volume, senza che le loro perdite siano giammai compensate? Tutto ciò sarebbe contrario a quell'ordine provvidenziale che noi vediamo regnare in ogni cosa dell'universo. Per questo io penso che sia giusto di concludere che *la stessa causa,* la quale ha da principio fatto uscire le montagne dall'abisso, abbia continuato fino a questi giorni a produrne altre, affine di riparare volta a volta le perdite che le prime hanno potuto soffrire, in differenti luoghi, sia per l'abbassamento, sia pel laceramento, sia per ogni altro processo di disaggregazione... ».

Se avete posto mente a questo passo che v'ho letto, avrete sentito l'accenno ai famosi seimila anni della Bibbia. Lasciamo stare il tentativo timidamente arrischiato con quel *può essere,* e sfruttato poi da tutti i preti geologi, di allungare gli anni stabiliti dalla Chiesa, quasichè siano di gomma elastica. Constatiamo solo che anche nel Generelli e nel Moro c'è la malaugurata preoccupazione

Digitized by Google

di inquadrare il proprio sistema geologico nel letto di Procuste della genesi mosaica. Ed ecco che il sistema si deforma quando i due valentuomini vogliono accomodarlo in salsa religiosa. Il saggio consiglio del buon Vallisnieri di non mescolare Bibbia e geologia non è ascoltato, epperò vediamo che, mentre da una parte il Moro combatte vivacemente i romanzi teo-geologici del Burnet e del Woodward, dall'altra si sforza di far concordare le singole parti del suo sistema col racconto biblico della creazione. Ciò facendo egli è costretto a far precipitare, per così dire, i fatti geologici, onde capiscano nel breve tempo imposto dai libri sacri. D'altronde non volendo trovare all'infuori dei fenomeni naturali, quali appaiono oggidì a' nostri occhi, le spiegazioni geologiche, egli è costretto a ricorrere unicamente a quelli che hanno carattere di subitaneità, come i fenomeni sismici e vulcanici. I terremoti ed i vulcani colla loro potente e rapida azione dimostrano che nel seno della terra esistono forze poderose, le quali, probabilmente, nei tempi andati manifestaronsi con maggior violenza, o, per lo meno, con maggior frequenza: meno naturale invece è la supposizione che anticamente i fenomeni idrodinamici abbiano avuta una energia assai più grande di quanto presentano oggigiorno. Ecco adunque il perchè Lazzaro Moro, volendo stare colla Bibbia, la quale limita il *tempo,* mentre il *tempo* è il primo e più importante fattore geologico, strozza il suo sistema e lo rende partigiano, ammettendo che tutte le roccie siano il prodotto di eruzioni vulcaniche. Quest'esclusivismo costituisce il suo difetto e dimostra che anche le esagerazioni plutonistiche furono il frutto dell'influenza religiosa. La Chiesa non si accontentò di imporre, dopo il diluvianismo,

Digitized by Google

un gretto nettunismo: volle guastare anche il portato del *phylum* positivista, ossia il plutonismo.

Sentite infatti in qual modo infelice il Moro cerchi di far concordare col racconto mosaico della creazione il suo sistema. Nei primi due giorni — dei sei famosi — si crearono la luce ed il firmamento; ed in ciò la geologia non ha a che fare. Nel terzo giorno, il globo intiero fu coperto da uno strato uniforme di acqua dolce e quando piacque al Creatore di far apparire i continenti, le esplosioni vulcaniche fecero scoppiare la superficie unita e regolare della terra, composta di roccie solide. Queste roccie, elevandosi sui flutti, costituirono i *monti primarî,* e dalle fessure operatesi uscirono i metalli in fusione ed i sali. Le acque, diminuendo in estensione per la comparsa delle terre, aumentarono in profondità e divennero salate per le esalazioni vulcaniche. Le sabbie e le ceneri poi, vomitate dai vulcani, si depositarono regolarmente sul fondo dell' oceano e formarono gli strati, i quali, alla lor volta, vennero sollevati dai terremoti (*monti secondarî*). Il Moro seguita poi a spiegare come venissero creati nei giorni successivi gli organismi, ma su questo terreno è inutile seguirlo. Concludendo: noi abbiam visto ancora una volta addimostrata l'influenza malefica della Chiesa nell'evoluzione della geologia: senza queste pastoie religiose il Moro sarebbe stato un geologo, se non perfetto, molto completo. Cionullameno, per le intrinseche bontà, la sua teoria fece colpo presso gli scienziati e favorì lo sviluppo della nostra dottrina nel tempo stesso che vi attirò l'attenzione dei dotti. Ho già detto che se ne fecero traduzioni e recensioni in varie lingue: aggiungerò che un inglese, certo Odoardo King, espose

Digitized by Google

nel 1767 alla Società reale di Londra il sistema del Moro, dichiarando d'averlo immaginato e scritto egli stesso prima di conoscere il libro del geologo italiano. Strana combinazione, che potrà anche esser vera, ma alla quale, senza tema d'essere accusati di eccessivo pirronismo, si può accollare una buona dozzina di punti interrogativi!

Contemporaneamente al memorando discorso di Cremona del bravo Generelli comparve l'*Istoria della terra* del conte di Buffon. Pronunciando il nome di questo grande naturalista — permettetemi, signori, la confidenza — io provo una speciale commozione. Questo nome mi sta impresso nella memoria dalla prima fanciullezza, e come tale, al pari di tutte le forti impressioni che si ricevono in tenera età, io non lo posso rammentare senza che al ricordo s'unisca un certo qual misto di venerazione e di compiacenza. Ho letto per tempissimo i suoi libri, e quel suo stile grandioso, pregno di un elevato sentimento della natura, ricco d'immagini, di sintesi ardite, di concezioni sublimi, mi ha sempre entusiasmato, rapito, conquiso. Non ricordo altri scritti, tranne quei dell'Humboldt, che mi abbiano così fortemente impressionato durante l'adolescenza. Ma lasciamo queste reminiscenze e veniamo all'argomento. Il Buffon è un personaggio interessantissimo per lo storico della geologia. In lui abbiamo una sorprendente prova dell'evoluzione delle nostre scienze: nettunista dapprima, divenne in seguito, dopo molti anni di studî e di ricerche, convinto plutonista. Ciò non poteva essere altrimenti in chi, dotato di un genio superiore e di grande finezza di spirito, assistette alla lotta fra le due scuole. Nell'*Istoria della terra,* pubblicata nel 1749, le

Digitized by Google

sue idee geologiche sono ristrette, partigiane, confuse; nelle *Epoche della natura*, pubblicate nel 1778, il suo sistema è più completo, eclettico, positivamente ragionato. Fra i due lavori corsero trent'anni, ed in un trentennio le sane idee geologiche, osteggiate dalle maggioranze, fecero molta strada.

Nel primo libro il Buffon svolse il sistema geogonico e geologico seguente: *Ab origine* la terra era incandescente. Come gli altri pianeti essa non era che un frammento del sole, staccato in seguito ad un violento scontro fra una cometa e l'astro maggiore. Coll'andar del tempo la terra si raffreddò, e venne tosto intieramente ricoperta da un enorme involucro di acqua. Si formarono allora poderose correnti marine le quali corrosero profondamente la superficie primitiva, trascinando i detriti, e deponendoli in varî luoghi sotto forma di strati orizzontali. Nacquero così le valli e le montagne. Ad un certo punto una parte delle acque fu assorbita dalle caverne sotterranee, per cui alcune porzioni della terra rimasero allo asciutto, costituendo gli attuali continenti. — Benchè l'affare della cometa si debba cestinare senz'altro, pure il Buffon corroborò questa sua teoria con molti ragionamenti veramente buoni. Nella parte cosmologica egli sfoggiò quanto di meglio conoscevasi a' suoi tempi in fatto di meccanica celeste, e discusse i varî elementi della questione con profondità di vedute. Nella parte geologica raccolse molte nozioni importanti e veritiere, specialmente per ciò che si riferisce ai fatti paleontologici e di dinamica esterna. Quanto poi al gretto nettunismo cui si attiene, la colpa è sempre dell'influenza religiosa; e quantunque recensionando i sistemi cosmogonici e geogonici

Digitized by Google

del Whiston, del Burnet, del Woodward, del Leibniz, dello Scheuchzer e del Borguet, ne compianga la mescolanza della fisica colla teologia, tuttavia non sa evitare anch'egli di cadere in quello stesso torto che rimprovera a' suoi predecessori. Anche in questo primo libro del Buffon la Bibbia vuol ficcare il naso e pretendere la sua brava razione di geologia. E l'autore si prova a servirla in tutto quello che può; ma, per quanto faccia, i preti suoi colleghi non ne rimangono contenti. Egli ha troppo buon senso per cadere col corpo intero nell'insidiosa trappola. Ragione per cui la Sorbona, facoltà teologica di Parigi, se ne stizzisce, e scrive tosto al Buffon una lettera ufficiale, in data del gennaio 1751, colla quale lo informa che ne' suoi scritti ci sono quattordici proposizioni contrarie ai dogmi, e lo invita a ritrattarle. Locchè il sommo naturalista, tanto per levarsi la seccatura d'attorno e non certo per convinzione, eseguisce con una sbrigativa dichiarazione. Ma ve li acconcierà poi bene, fra qualche anno, il Buffon stesso i vostri dogmi intangibili o goffi teologicanti! Figuratevi, uditori cortesi, che la proposizione geologica incriminata (l'unica fra le quattordici) era questa: « Furono le acque raccolte nell'ampia distesa dei mari che hanno prodotte le montagne, le valli e le altre ineguaglianze della terra; e sono le acque del cielo che, distruggendo a poco a poco l'opera del mare, abbassano continuamente le montagne, colmano le valli, le foci dei fiumi ed i golfi, e che, tutto livellando, renderanno un giorno questa terra al mare, il quale se ne impadronirà successivamente, lasciando allo scoperto nuovi continenti, con valli e montagne, simili in tutto a quelle da noi oggigiorno abitati ». Che c'era di male qui dentro, in questo

Digitized by Google

squarcio d'idrodinamica applicato all'interpretazione del passato? Fatevelo spiegare da qualche teologo, da qualche esegeto, chè io, in questi garbugli, sono affatto incompetente.

Colle *Epoche della natura* il Buffon ci porge un sistema geologico, come ho detto, assai più maturo e completo. Fondendo in un complesso solo le opinioni dei suoi predecessori e le ricerche proprie e de' suoi contemporanei, egli svolge, con nuovi e più validi argomenti, le due grandi idee: l'endogenica e la paleontologica, dalle quali assurge al vero oggetto della geologia: la cronologia del globo. Se vi ricordate fu lo Stenone il primo che tentò una divisione in epoche della storia terrestre; dopo di lui altri geologi, studiando le varie qualità di roccie, accettarono, in massima, tre grandi epoche: primaria, secondaria, terziaria. Il Buffon arrivò ad una suddivisione maggiore. Rivissero per tal modo in lui, sotto veste migliore, quelle idee che vedemmo apparire ed evolvere lungo il *phylum* positivista.

Ammessa l'idea fondamentale del calore interno di cui trovammo le radici nella scuola pitagorica, il Buffon illustra tre importantissimi fatti che ne sono la conseguenza e la prova. Questi tre fatti si possono enunciare così: progressione del calore interno; uniformità dei climi geologici; dinamismo sismo-vulcanico. Come vedete qui si tratta di tre vitali problemi della geologia, rampollati dalla embrionale concezione endogenica, e l'averli posti chiaramente pel primo, facendo perciò fare un passo gigantesco alla scienza della terra, è uno dei titoli più belli della gloria del sommo naturalista francese. Infatti, il Buffon dimostra che la terra, oltre al calore che le

Digitized by Google

viene dal sole, ha un calore proprio, residuo dell'antico stato di fluidità ignea, ed ora immagazzinato nel suo interno. Cita in prova di ciò il fatto — constatato dai minatori in generale, già osservato dal Kircher nel 1644, e studiato dal Gensanne nel 1740 con apposite esperienze nelle miniere di Giromagny — che, discendendo profondamente nella terra, la temperatura va sempre più aumentando. Dunque, egli dice, la terra brucia ancora nelle sue profondità. E voi tutti sapete che questo argomento costituisce adesso uno dei capitoli più interessanti della geologia dinamica: la geotermografia. Parimenti il secondo fatto che il Buffon svolge è uno dei capitoli della geologia storica che sono oggigiorno maggiormente trattati, data la loro grande importanza. Il nostro autore, grazie alle molte scoperte paleontologiche fatte a' suoi tempi, venne a sapere che nelle contrade settentrionali, anche le più vicine al polo, s'erano trovati avanzi di animali e di vegetali consimili a quelli che oggidì vivono nelle più calde latitudini. Ebbene: invece di spiegare la cosa, come facevano tanti altri, supponendo che là fossero stati trasportati quei fossili da altre contrade (come, verbigrazia, il Gmelin, che pensava ad un grande trasporto alluvionale verso il nord), il Buffon ammetteva giustamente che gli animali e le piante da cui essi derivavano avevano vissuto in quei luoghi stessi in cui giacevano. E da questa verità traeva il corollario che la terra, nelle passate epoche, doveva avere una temperatura propria maggiore dell'attuale, la quale permetteva che anche le regioni nordiche godessero di un clima suppergiù eguale a quello dei tropici. Il fenomeno paleotermale, intorno a cui geologi ed astronomi discutono tuttodì, fu quindi chiaramente posto dal

Digitized by Google

Buffon, e se la spiegazione ch'egli ne diede, attribuendolo al calore originario terrestre, è ora combattuta e sostituita da varie altre — quelle, ad esempio, del Croll, del Blandet e del Faye, come vedremo nella prossima seduta — non è men vero ch'essa sia stata una concezione naturale e sagace. Il terzo fatto, infine, che il Buffon tratta nel suo ultimo libro è questo: « I terremoti e le manifestazioni vulcaniche, che si collegano coi grandi fenomeni meccanici di cui la superficie del nostro globo è stata più volte il teatro, non sono che manifestazioni diverse del calore interno ». Ed anche a questo riguardo la geologia odierna trova condensata nel Buffon l'idea prima di ciò che fornisce materia alle due vastissime branche: la vulcanologia e la sismologia, compresi in quest'ultima i grandi fenomeni di dislocazione.

Altre eccellenti idee geologiche furono dal Buffon enunciate per la prima volta, o, quanto meno, per la prima volta sviluppate in modo originale e col suffragio di esempî. I quali esempî abbondano nella trattazione buffoniana, ma avrebbero dovuto essere più numerosi, tali da colmare le molte lacune che nella trattazione stessa si riscontrano, e da completare e da correggere certe osservazioni parzialissime od erronee. Quando il Buffon scriveva, un gran numero dei fatti geologici era già stato raccolto da una pleiade di osservatori sparsi in ogni parte d'Europa e d'America, la quale ultima cominciava allora a riversare nel campo scientifico i suoi immensi tesori; ma si comprende come non tutte le nuove scoperte potessero arrivare al suo orecchio. A quei tempi non c'erano quelle facili comunicazioni fra gli scienziati che oggigiorno esistono con enorme vantaggio della scienza e de' suoi cultori: allora gli studî locali ben difficilmente

Digitized by Google

potevano sorpassare i confini della regione cui si riferivano; allora, insomma, non era possibile farsi aiutare dai colleghi e dai libri, come succede adesso, in cui ogni mediocrità trova mezzo, appoggiandosi a destra ed a sinistra, di far sentire la propria voce. Tenuto calcolo di ciò, i difetti e le inesattezze del sistema del Buffon sono scusabili, e cresce naturalmente il merito di chi, non ostante le mille difficoltà, seppe arrivare a tanto pensiero geologico. Specialmente poi in quel che si direbbe filosofia geologica, egli ha dei momenti veramente felici; ha degli squarci che meravigliano e fanno meditare; ha tali concetti e tali frasi che ornerebbero degnamente la penna del miglior geologo dei nostri giorni. Ed invero molte delle espressioni di cui si fanno belli i trattatisti ed i volgarizzatori della nostra scienza sono tolte di sana pianta dalla magnifica prosa del Buffon.

Che dire poi delle molte concezioni profetiche, divinatorie, che nelle sue pagine si riscontrano? Avrei materia per una conferenza apposita se volessi spigolarle tutte; e questa conferenza potrei intitolarla: *Buffon profeta della geologia moderna*. Permettemi soltanto, per darvene almeno un piccolo saggio, ch'io vi legga alcuni suoi periodi intorno ai fossili, dove vediamo solennemente proclamata la differenza fra le specie fossili e le attuali, idea rudimentale nel Leibniz e nell'Hooke, e presagiti i portenti dell'anatomia comparata rivolta all'interpretazione dei fossili. «La conoscenza di tutte le pietrificazioni, — egli dice in un punto — delle quali più non si trovano gli uguali viventi, suppone uno studio lungo ed una comparazione riflessa di tutte le specie di pietrificazioni che sonosi trovate fin qui in seno alla terra, e questa scienza non è ancora molto

Digitized by Google

avanzata; tuttavia noi possiamo già essere sicuri che molte di queste specie, come i corni d'Ammone, le ortoceratiti, le pietre lenticulari o nummuliti, le belemniti, ecc., non si possono riferire ad alcuna delle specie attualmente esistenti.... ». Ed altrove: « La pietrificazione è il grande mezzo di cui la natura si è servita e di cui si serve tuttodì per conservare in eterno le impronte degli esseri mortali; è, in vero, grazie alla pietrificazione che noi riconosciamo i suoi più antichi prodotti, e che noi possiamo farci un'idea delle specie ora estinte, la cui esistenza ha preceduto quella di tutti gli esseri attualmente viventi o vegetanti; la loro forma è una inscrizione autentica che è facile di leggere, comparandola colle forme degli organismi dello stesso genere.... È sovratutto tra le conchiglie ed i pesci, primieri abitanti del globo, che si conta il maggior numero di specie, che non sussistono più; noi però non intendiamo darne qui l'elenco, il quale, benchè lungo, sarebbe ancora incompleto; *questo lavoro sulla vecchia natura esigerebbe lui solo più del tempo che mi resta a vivere, ed io non posso far altro che raccomandarlo alla posterità!* » Parole bellissime queste ultime! Al tuo appello, o Buffon, la posterità ha risposto con un secolo di assidue ricerche, che si proseguono febbrilmente mentre io parlo, e si proseguiranno per molto tempo ancora; e quanta sarebbe la tua soddisfazione, o vero innamorato della natura, se ti fosse dato di levar la testa dal tuo sepolcro, e dai tesori raccolti nelle attuali gallerie paleontologiche dello storico museo di cui tu fosti il fondatore, arguire, col tuo genio immenso, tutte le conquiste fatte in questo secolo! Ben disse l'Elie De Beaumont: « Il Buffon co' suoi scritti, il cui solo stile assicura l'immor-

Digitized by Google

talità, aveva conquistato per la geologia un posto imprescrittibile nel pensiero umano ».

Da tutti questi fatti geologici e paleontologici che il Buffon raccolse e studiò, egli doveva necessariamente trarre qualcosa di completo, di armonico. Come si espresse egli medesimo, con quegli elementi formò una catena che, dal vertice della scala del tempo, discende insino a noi. Per tal modo, dalla constatazione dei fatti relativi alla struttura del globo terrestre, assurse, vero geologo, a scriverne la storia. E splendidamente paragonò la geologia alla storia umana, e dal confronto trasse un'elevata definizione delle scienze naturali, con una certa intonazione evoluzionistica ed attualistica, che davvero meraviglia chiunque fra i geologi si faccia oggigiorno a leggerla attentamente. Abbiate la compiacenza di ascoltare anche questo squarcio: « Allo stesso modo che nella istoria civile si consultano i codici, si ricercano le medaglie, si decifrano le iscrizioni antiche per determinare le epoche delle rivoluzioni umane, e constatare le date degli avvenimenti morali, così, nell'istoria naturale, occorre frugare entro gli archivî del mondo, togliere alle viscere della terra i vecchi monumenti, raccoglierne i relitti e riunire in un sol fascio di prove tutti gl'indizî dei cangiamenti fisici che ci possono far risalire alle differenti età della natura. È questo il solo mezzo di fissare qualche punto nell'immensità dello spazio, e di posare un certo numero di pietre indicatrici sulla strada eterna del tempo. Il passato è come la distanza; la nostra vista vi si affievolisce, e vi si perderebbe eziandio, se la storia e la cronologia non avessero collocato fanali e fiaccole nei punti più oscuri. Ma, nonostante queste luci della tradizione scritta, se si

Digitized by Google

rimonta a qualche secolo, quanta incertezza nei fatti! quanti errori circa le cause degli avvenimenti! e quanta oscurità profonda avviluppa i tempi anteriori a questa tradizione! D'altronde essa non ci ha trasmesso che le gesta di alcune nazioni, cioè a dire gli atti di una piccola parte del genere umano; tutto il restante degli uomini giacque nullo per noi, nullo per la posterità; essi non sono usciti dal loro niente che per passare come ombre che non lasciano minima traccia; ed è piaciuto al cielo che il nome di tutti questi pretesi eroi, dei quali sonosi celebrati i delitti e la gloria sanguinaria, fosse parimenti sepolto nella notte dell'oblìo! Così l'istoria civile, limitata da un lato dalle tenebre d'un tempo abbastanza vicino al nostro, non si estende dall'altro che a certe piccole porzioni di terra che hanno successivamente occupate i popoli curanti della loro memoria. Invece la storia naturale abbraccia ugualmente tutti gli spazî, tutti i tempi, e non ha altri limiti che quelli dell'universo. La natura essendo sincrona colla materia, collo spazio e col tempo, la sua storia è quella di tutte le sostanze, di tutti i luoghi, di tutte le età; e benchè possa sembrare, a prima vista, che le sue grandi opere non si alterino, nè si cambino, e che nelle sue produzioni, anche tra le più fragili e le più effimere, essa si mostri sempre e costantemente la stessa, dal momento che ad ogni attimo i suoi modelli primieri riappaiono ai nostri occhi sotto nuove rappresentazioni, tuttavia, osservandola davvicino, si vedrà che il suo corso non è assolutamente uniforme; si riconoscerà ch'essa ammette variazioni sensibili, che va soggetta a successive alterazioni, che si presta eziandio a nuove combinazioni, a mutazioni di materia e di forma, che, infine,

Digitized by Google

quanto essa pareva fissa nel suo tutto, altrettanto essa è variabile in ciascuna delle sue parti; e se noi l'abbracciamo nell'intera sua estensione, noi non potremo dubitare ch'essa non sia oggigiorno molto differente di quella ch'era al principio, e che divenne nella successione dei tempi. Sono appunto questi cangiamenti diversi che noi denominiamo le sue *Epoche* ».

Le epoche che il Buffon stabilisce nella storia della terra sono sei; e, benchè assai vagamente definite, esse sono il germe delle classificazioni attuali. La *prima* epoca corrisponde a quanto oggigiorno si direbbe: fase stellare. A questo riguardo il Buffon s'inspira alle idee del Leibniz. Figlia del sole, al pari degli altri pianeti, la terra fu originariamente allo stato di fluidità ignea, ed assunse la sua forma di sferoide rigonfio all'equatore ed appiattito ai poli in virtù del suo movimento di rotazione e della teoria delle forze centrali. La *seconda* epoca comprende il lasso di tempo occorso per la consolidazione della materia fluida, la quale, in seguito al raffreddamento, trasformossi nelle grandi masse di *materia vitrescibile,* ossia gneiss, graniti ed altre roccie cristalline primitive. La *terza* incomincia allorquando, per l'avvenuto raffreddamento, le acque che si trovavano sospese in vapore nell'atmosfera poterono condensarsi, e, precipitando sulla terra, dar luogo ai mari; in quest'epoca vissero tutti quei testacei marini le cui spoglie formarono le roccie calcari, e, nel frattempo, si riempirono le fessure e le cavità delle roccie colle sostanze metalliche dei filoni, sia per la sublimazione di queste sostanze, sia per l'intermediario dell'acqua. La *quarta* si riferisce alla ritirata dei mari per lasciare a secco i nostri continenti e racchiudersi negli

Digitized by Google

attuali bacini, tranne al settentrione, dove restò un continente formato dall'unione del vecchio coll'antico mondo. Nella *quinta* vissero in questa grande terra nordica gli elefanti, i rinoceronti, gl'ippopotami e gli altri grandi animali delle contrade calde de' nostri giorni. La *sesta,* infine, fu caratterizzata dall'avvenuta separazione del continente settentrionale nelle parti rivelate dalla geografia attuale. E dopo avere esposto questa divisione cronologica, così conclude il Buffon: « Ecco dunque l'ordine dei tempi rivelati dai fatti e dai monumenti. Ecco sei epoche nella successione delle prime età della natura, sei spazî di durata, i cui limiti, benchè indeterminati, non sono però meno reali. Queste epoche noi possiamo compararle fra di loro, valutarne la durata relativa, e riportare a ciascuna d'essa altri monumenti ed altri fatti, che ci indicheranno date contemporanee, e, può essere eziandio, epoche intermediarie e susseguenti ».

La durata dei tempi geologici è un problema così complesso, che neppure oggigiorno si hanno sovr'esso dati sicuri. Le cifre proposte dai fisici e dai geologi oscillano fra due estremi assai distanti. Anche il Buffon arrischiò le sue, inspirandosi a quel concetto di grandissima antichità del nostro globo, che vedemmo affermarsi presso i filosofi egiziani, e vedremo tra poco stabilito per sempre dall'Hutton. Così egli suppose che la prima epoca sia durata all'incirca 2936 anni; la seconda 34,270; la terza 20,000, e le ultime tre, prese assieme, tanti quanti occorrono a dare al nostro globo l'età di 75,000 anni. Ma, come vedete, tutti questi calcoli sono puramente ipotetici, e non hanno altro merito all'infuori di essere un tentativo di valutazione della durata dei periodi geologici,

Digitized by Google

allo stesso modo che le sei epoche dal Buffon proposte — benchè, giudicate alla luce delle conoscenze attuali, siano assai imperfette, non essendo per di più fra di loro proporzionate — hanno l'innegabile valore di avere iniziata la classificazione cronologica dei terreni.

Un'ultima citazione. Sentite come il Buffon introduca nella geologia il concetto del tempo: « Eh via! perchè — egli scrive — lo spirito umano, come sembra, deve perdersi nello spazio della durata anzichè in quello della estensione o nella considerazione delle misure, dei pesi e dei numeri? Perchè centomila anni debbono essere più difficili a concepirsi ed a contarsi che non centomila libbre di moneta? Sarebbe forse perchè la somma del tempo non può palparsi, nè realizzarsi in ispecie visibili? O non sarebbe piuttosto che, essendo assuefatti, per la nostra troppo breve esistenza, a considerare cento anni come una grossa somma di tempo, a mala pena arriviamo a formarci una idea di mille anni e non possiamo già più rappresentarcene diecimila e concepirne centomila? » E dopo aver elencati quali siano i fatti geologici i quali dimostrano che occorse loro, per manifestarsi, moltissimo tempo, aggiunge che la durata di 75,000 anni, da lui calcolata dalla formazione della terra al suo stato attuale, « non è ancora sufficientemente estesa per tutte le grandi opere della natura, la cui costruzione ci dimostra che non ha potuto aver luogo *se non dopo una successione lenta di movimenti regolati e costanti*... ». Chi non trova qui dentro l'idea dell'attualità, dell'uniformità e della lentezza, capisaldi del sistema lyelliano? Certamente il Buffon lasciò nel suo sistema geologico molte lacune, intercalò certi fatti che in seguito furono dimostrati er-

Digitized by Google

ronei, e ne tralasciò certi altri, giustissimi, che a' suoi tempi erano già ben noti; ma, come ho accennato, tutti questi difetti hanno la propria scusa nelle condizioni scientifiche dell'epoca; del resto, sarebbe veramente eccessivo il farne un rimprovero formale a chi seppe già dare più di ogni altro ingegno contemporaneo. L'osservazione e l'esperienza, non ancora mature, non potevano sempre illuminare le pagine sue; ma noi vediamo che, non appena esse lo assistono, il Buffon assurge alle concezioni più belle; ricordate la progressione della temperatura colla profondità e gl' immensi ossarî delle regioni nordiche.

In conclusione: il Buffon è un grande benemerito della geologia; al soffio del suo genio il *phylum* positivista affrettò il cammino evolutivo: e, come i greci corridori che si trasmettevano le lampade accese, il sommo naturalista di Montbard ebbe in eredità dal Leibniz la fiaccola delle scienze geologiche, e, ravvivandola potentemente, la trasmise ai capiscuola della scienza odierna. Nato il 7 settembre del 1708, la sua carriera scientifica cominciò colla sua nomina ad intendente di quel modesto *Giardino delle piante,* ch'egli trasformò poi in grande museo di storia naturale, dedicandovi il suo potente genio e tutti i suoi mezzi materiali. Senza quella nomina, fatta semplicemente per una saggia previsione di quanto egli avrebbe saputo compiere, giacchè fino allora non aveva che divagato capricciosamente qua e là per le diverse scienze, il Buffon probabilmente non sarebbe diventato quel naturalista che tanta orma ha segnato nel cammino delle scienze naturali. Epperò, se accanto al suo nome va ricordato quello dell'amico Daubenton, che lo aiutò in quei lavori d'analisi ai quali non poteva sottomettersi il suo

Digitized by Google

genio largo e sintetico, altrettanto merita il nome del suo predecessore Dufay, che, morendo, ebbe la felicissima idea di suggerirlo al Governo come l'uomo più indicato da nominarsi. E non s'eran male apposti, il Dufay proponendo ed il Governo accettando: per mezzo secolo continuo il Buffon attirò su Parigi l'attenzione di tutti i dotti, e fece del museo un vero tempio grandioso della scienza. Tranquillamente si spense il 16 aprile 1788, alla vigilia della grande Rivoluzione, egli che già una rivoluzione notevole aveva portato negli spiriti di tutto il mondo colle sue opere immortali.

III.

Nell'intervallo fra la pubblicazione del sistema di Lazzaro Moro e delle *Epoche della natura* del Buffon, altri naturalisti, più che di speculazioni teoriche, si occuparono di osservazioni. Si cominciò a capire che, prima di fare la sintesi geologica, occorreva l'analisi. Eppoi si vollero conoscere i varî paesi, e decifrarne la costituzione del suolo. Epperò molti, abbandonando le *teorie della terra,* si posero sul serio a studiare e roccie e fossili. Troviamo quindi, nell'epoca di cui parlo, una schiera eletta di geognosti e di paleontologi, i quali accumularono molti importanti fatti, che servirono poi di solida base alle teorie formulate in tempi a noi più vicini. Accennerò di volo ai più benemeriti, a quelli cioè che, colle proprie scoperte e coi propri studî, meglio favorirono l'evoluzione storica delle scienze geologiche.

Digitized by Google

In Italia, continuatori diretti di quella scuola d'osservatori e d'escursionisti di cui v'intrattenni poco fa, troviamo il Donati, il Baldassari, il Targioni e l'Allioni, cui seguirono l'Arduino, l'Odoardi, il Fortis, il Caluri, il Bastiani ed il Passeri. Il Donati, dopo avere studiata la disposizione degli strati ed il modo con cui i fossili vi sono distribuiti, si dedicò a verificare come andassero le cose sul fondo dell'Adriatico, facendo poi opportuni raffronti. Egli constatò in tal modo che il fondo del mare è accidentato come il suolo; che in alcuni punti è affatto sprovvisto di conchiglie, mentre in altri abbonda; che queste sono regolarmente distribuite secondo determinate specie; che vi si formano tuttora aggregati di lumachelle, ecc. I quali fatti spiegarono come in certi strati manchino i fossili, e come in certi altri si riscontrino fossili peculiari, mentre a quei tempi generalmente si reputava che i fossili fossero disseminati alla rinfusa ed in tutte le roccie. Il Baldassari fece studî consimili, raccogliendo molti fossili che furono allogati nel museo Gallerani in Siena. Come il Marsilli nel Parmigiano, lo Spada nel Veronese e lo Schiavo in Sicilia (quest'ultimo diede nel 1748 un elenco dei petrefatti dei dintorni di Palermo), il Baldassari constatò nei terreni del Senese la regolare distribuzione dei fossili secondo certe e determinate specie a norma della qualità degli strati. Altre sagaci osservazioni di paleontologia stratigrafica ei fece e rese di pubblica ragione nel 1760 e negli anni successivi.

Il Targioni viaggiò in lungo ed in largo la Toscana, osservando e descrivendo tutti i fenomeni naturali di cui è teatro questa splendida contrada. Di tal viaggio pubblicò, nel 1751, una lunga relazione, che al Brocchi stesso parve

Digitized by Google

fra le migliori opere scritte per illustrare la storia naturale di un paese, sia per l'accuratezza delle osservazioni, sia per la molteplicità degli argomenti che vi si discutono, e sia anche per la originalità delle viste, pregi questi tanto più segnalati se si pensa che allora non v'era alcun modello da seguirsi in opere di simil fatta. In essa, sulle orme dello Stenone, il Targioni tenta abbozzare un quadro geologico della Toscana, enumerando, tra l'altro, una grande quantità di fossili che vi si riscontrano. Egli spiega le vallate dell'Appennino, dicendole scavate dai fiumi e dalle inondazioni dovute alla rottura delle dighe di certi laghi rimasti sulla terraferma dopo la ritirata del mare; combatte quindi la ipotesi del Buffon (prima maniera) che riferisce alle correnti marine l'origine delle valli. Di quell'immenso ossario ch'è la Valdarno parla lungamente, soffermandosi a dimostrare che le ossa di elefanti trovati in Toscana provenivano da individui che vi avevano liberamente vissuto in altri tempi, e non dagli elefanti usati dai Romani o da Annibale, come dai più si pretendeva. Ed altre molte osservazioni paleontologiche e litologiche riferisce: per quest'ultime usa i termini volgari del paese, onde vediamo, per la prima volta, assunti a dignità scientifica i vocaboli: galestro, lardellone, mattaione, pietra serena, pietra forte, macigno, breccia, ecc. Tale nomenclatura mise in non poco imbarazzo il traduttore francese del libro, il quale dopo essersi provato a tradurre *breccia* in *brique* (mattone), pensò miglior partito di conservare alla lettera i termini toscani. L'Allioni pubblicò, nel 1757, un trattato di paleontologia piemontese (il primo catalogo locale: l'antenato dei cataloghi del Bellardi e del Sacco) nel quale enumerò un'ottantina circa di fossili, fra cui un

Digitized by Google

elefante del territorio d'Asti. Come il Targioni, che per la Toscana ne elencò una quarantina, egli non classificò i fossili secondo un personale minuzioso esame dei campioni; entrambi si accontentarono, come del resto facevano i naturalisti italiani d'allora, di confrontare gli esemplari colle figure contenute nei testi che avevano maggior voga (Gualtieri, Bonanni, Argenville, ecc.); se ne trovavano i corrispondenti figurati, li elencavano, altrimenti li trasandavano.

Un anno prima che l'Allioni pubblicasse il suo catalogo, un'opera importantissima aprì alla geologia un nuovo orizzonte: la classificazione stratigrafica. Lo Stenone e l'Hooke avevano lanciata la prima idea: il tedesco Lehmann, cui riferisce l'opera di cui parlo, tentò una vera, razionale, generica distinzione dei varî terreni. Gli tennero dietro immediatamente, trattando lo stesso argomento ed ampliandolo, l'italiano Arduino, lo svedese Ferber ed il connazionale Fuchsel. È la quaterna benemerita che gettò le basi di quanto costituisce la parte sostanziale della geologia.

Il Lehmann, direttore delle miniere di Prussia, nella sua *Storia delle montagne stratificate,* stampata nel 1776, ed in altri scritti posteriori, studiò in modo speciale i terreni della Sassonia, e questo studio gli suggerì la divisione fondamentale dei terreni in tre grandi categorie: *terreni primarî,* costituiti da roccie cristalline, senza fossili, elementi della crosta originaria del globo; *terreni secondarî,* costituiti da roccie stratificate, con fossili, provenienti dalla parziale distruzione delle roccie primitive; *terreni terziarî,* costituiti da formazioni dovute a rivoluzioni lo-

Digitized by Google

cali di data recente. Delle roccie che si riscontrano nella Sassonia stabilì questa serie ascendente più specializzata: 1° Formazione primaria e a filoni; 2° Vecchia arenaria rossa; 3° Depositi carboniferi; 4° Arenaria rossa secondaria; 5° Argilla e calcare bleu; 6° Schisti cuprici; 7° Calcare schistoso; 8° Zechstein, rauchwacke, calcare fetido, alabastro. Con ciò egli, come fece il Targioni pei vocaboli litologici della parlata toscana, usò, per designare le varie roccie, i termini tecnici dei minatori sassoni, e d'allora in poi essi non furono più tolti dalla nomenclatura scientifica. La predetta serie corrisponde a giusti concetti stratigrafici; ma il Lehmann ebbe il torto di voler applicare questo schema locale a tutta la terra, errore in cui caddero geologi d'ogni tempo e d'ogni paese: il Werner sopra tutti.

Più larga e più completa fu la classificazione geologica proposta dal veronese Giovanni Arduino (1714-1795), geologo di grande valore, ma assai poco conosciuto, al punto che neanche il Brocchi, al principio di questo secolo, n' ebbe a fare menzione. Egli viaggiò nelle Alpi venete e lungo la Toscana, dovunque osservando la qualità e la disposizione dei terreni. In uno scritto pubblicato nel 1759, divise chiaramente le roccie in due classi: *stratificate* e *non stratificate,* e, per riguardo alla relativa età ed origine fece dei terreni del Padovano, del Vicentino e del Veronese, quattro categorie: *primitivi, secondarî, terziarî* e *vulcanici.* La separazione dei terreni vulcanici dagli altri dimostra già nell'autore un alto criterio geologico, come quello che sa distinguere le produzioni vulcaniche dalle sedimentari, ed in un'epoca in cui era moda essere partigiani esclusivi dell'acqua e del fuoco,

Digitized by Google

tale eclettismo non è senza merito. I terreni primitivi constano, nelle località accennate, di schisti micacei di varie qualità; i secondarî di strati calcarei, fossiliferi, e l'Arduino vi distingue già sei principali suddivisioni in base a caratteri litologici e paleontologici; notevole sopratutto è l'accenno ch'egli fa alle specie caratteristiche di ciascun piano. I terziarî constano di calcari alternati con sabbie ed argille, ed abbondano anche essi di petrefatti; ed i vulcanici sono costituiti da varie specie di roccie, dai graniti, dai porfidi e dalle ofioliti delle Alpi alle trachiti dei colli Euganei ed ai basalti dei colli Berici e del Veronese, e tutte uscirono dal seno della terra allo stato di fluidità ignea e si allogarono sotto, o sopra, o frammezzo alle roccie sedimentari. E poichè quest'ultime sono in prevalenza calcaree, così le chiama *calcinabili,* per distinguerle da quelle prime, che appella *vitrescenti,* perchè d'indole vetrosa. L'Arduino inoltre, facendo un gran passo sulle conoscenze de' contemporanei, trova nei rapporti tra le roccie eruttive, prodotti del calore interno della terra, e le sedimentari, depositi degli antichi mari, la spiegazione di tre importantissimi fenomeni geologici: dislocazioni delle masse rocciose — filoni metalliferi — metamorfismo per influenza. Dice che le prime, fatte palesi da « innumerabili sollevamenti, abissamenti, squarciature, avvallamenti e rovine » furono operate dalle eiezioni vulcaniche sui terreni preesistenti. Le quali eiezioni poi, oltre a questi fatti meccanici, diedero luogo alla formazione dei filoni metalliferi colle sublimazioni da cui furono accompagnate, ed alla trasformazione delle roccie sedimentari, sulle quali agirono, per contatto o per penetrazione, la loro massa fusa ed i loro vapori. Tutte

Digitized by Google

queste splendide concezioni, unite a tante altre che mi sarebbe troppo lungo il ricordarvi, ci danno già, come vedete, uno schema perfetto di geologia. Da una parte abbiamo un abbozzo di classificazione stratigrafica informata al criterio paleontologico dei fossili caratteristici dei varî piani; dall'altra uno squarcio di endogenia tratteggiante i precipui fenomeni che ripetono la loro origine dal calore interno del globo. Idee tutte che vedremo più tardi risorgere ed ingrandire nelle menti di altri geologi, cominciando dall' Hutton e dal De Buch per la parte endogenica, e dallo Smith e dal Brongniart per la parte stratigrafico-paleontologica; ma intanto possiamo affermare con compiacenza d' italiani che la paternità delle grandi idee per le quali i citati geologi salirono giustamente in tanta fama, è da rivendicarsi al nostro, troppo ingiustamente fin qui dimenticato, Giovanni Arduino, vero precursore, ad un tempo, dell' Hutton, dello Smith, del De Buch e del Brongniart.

Il Ferber, mineralogista svedese, applicò contemporaneamente i criterî classificativi, esposti dall' Arduino, ai terreni da lui perlustrati in due viaggi da Verona ad Innspruck e da Vienna a Venezia, constatando la triplice serie calcarea, scistosa e granitica su entrambi i versanti delle Alpi. Il Fuchsel, da ultimo, nel 1762, ampliò le ricerche del Lehmann, e, studiando le stesse località sassoni, vi determinò la posizione di quelle masse, che presero più tardi il nome di *trias*. Ecco, infatti, la serie ascendente da lui stabilita: 1° Arenaria rossa secondaria; 2° Schisti cuprici; 3° Zechstein; 4° Arenaria variegata; 5° Muschelkalk. Ma egli non deve solo ricordarsi come uno dei fondatori della stratigrafia: un titolo maggiore di gloria è

Digitized by Google

legato al suo nome. Egli fu un precursore della scuola attualistica: il criterio dell'attualità applicato all'interpretazione del passato — che vedemmo intuito da Anassagora ed Aristotile, rinverdito da Leonardo da Vinci e dallo Stenone, ripreso in certo qual modo dal Moro e dal Buffon — ha con lui la prima conferma ufficiale nella geologia. E sotto la scorta di questo metodo felice egli approda a conclusioni bellissime nel suo lavoro magistrale sull'antichità dell'uomo e della terra, pubblicato nel 1773. Le epoche geologiche, caratterizzate da roccie e da fossili speciali, procedettero lente, uniformi, come procede l'epoca nostra: i sedimenti formaronsi tranquillamente sul fondo dei mari, e l'orizzontalità primitiva degli strati fu in seguito disturbata dalle graduali oscillazioni del suolo. Ecco, in succinto, l'idea madre del suo libro; se si aggiunge che ad esso va unita una carta geologica, uno fra i primissimi saggi di rappresentazione grafica della natura geologica del suolo, non si può a meno di riconoscere nel Fuchsel uno dei fautori più autorevoli del progresso della geologia. A proposito di carte geologiche vi ricorderò, di passaggio, che pare doversi rimontare il primo tentativo al francese Coulon, il quale, nel 1664, segnò su una carta i limiti delle principali masse rocciose costituenti il suolo della Francia; nel 1678 poi l'inglese Lister spiegò il modo di costruire regolarmente le carte geologiche, senza peraltro mettersi egli stesso a farne qualcuna.

Mentre iniziavasi e svolgevasi la classificazione dei terreni, l'idea endogenica trovava fautori in ogni parte d'Europa. Il partito vulcanista, nonostante gli sforzi dei nettunisti e di qualche ostinato diluvianista, e gli ana-

Digitized by Google

temi delle sêtte religiose, andava sempre più acquistando posizione ed imponendosi nella scienza. In Francia vediamo sorgere, scrutatori sagaci del vulcanismo, il Guettard ed il Desmarest; in Italia, oltre l'Arduino, il Fortis; in Inghilterra il Needham ed il Michell; in Germania il Raspe. Il Guettard, viaggiatore instancabile, rese immensi servigi alla mineralogia ed alla paleontologia sistematica co' suoi molteplici lavori d'analisi, pubblicati tra il 1746 ed il 1786, anno della sua morte. Egli tentò anche una carta geologica della parte settentrionale della Francia ed una del Delfinato, nelle quali divise i terreni in tre zone: zona schistosa o granitica, zona marnosa o calcarea e zona sabbiosa, corrispondenti approssimativamente alle tre epoche: primaria, secondaria e terziaria stabilite dal Lehmann e dall'Arduino. Ma il merito più grande di questo vero geologo da campagna e da laboratorio nel tempo istesso, è la scoperta da lui fatta dei vulcani estinti nella Francia, la qual scoperta, come di leggieri si comprende, fu una grande vittoria per il partito vulcanista. Una volta trovati indubbiamente gli antichi centri vulcanici, la supposizione che molte roccie avevano un'origine simile alle lave vomitate dai vulcani attuali prese piede, e si fece rispettare di fronte alle ipotesi contrarie. Sentite come avvenne la scoperta. Un giorno dell'anno 1751 il Guettard — che passò tutta la vita facendo continue escursioni geologiche, e spesso intraprendendo lunghi viaggi fuori della Francia — trovavasi in cammino per accompagnare un suo amico, il celebre avvocato Malesherbes, alle acque di Vichy. Passando per Moulins i due compagni s'imbatterono in un muratore che stava costruendo il bacino di una vasca. Meravigliato il Guet-

Digitized by Google

tard del color nero delle pietre usate, della loro durezza, del loro aspetto spugnoso in tutto simile a certe lave del Vesuvio, che ben conosceva, domandò al muratore: « Dove prendete queste pietre? » Ed il muratore a lui: « A Volvic, presso Riom ». « *Volvic? Vulcani vicus!* — esclamarono tosto i due valentuomini — là ci dev'essere stato un vulcano: andiamo subito a vedere ». S'incamminarono, difatti, verso il luogo indicato, e, giunti dopo qualche giorno, trovaronvi precisamente tutto ciò che avevano preveduto: lave, scorie, ceneri, pietre pomici, una montagna conica, un cratere.... in una parola, tranne le fiamme ed i vapori, tutti i caratteri di un Vesuvio, d'un Etna o d'un Ecla. Ma il vulcano di Volvic non era solo: tutta la regione dell'Alvernia rivelò al Guettard parecchi centri da cui sgorgarono un dì lave abbondanti. A questo modo la scienza acquistò la nozione dei vulcani estinti, e non appena il Guettard l'ebbe resa di pubblica ragione, colla memorabile comunicazione del 10 maggio 1752 all'*Accademia delle scienze* di Parigi, i geologi si occuparono di ricerche consimili nei rispettivi paesi. In Francia, continuando siffatti studî, venne presto in fama il Desmarest, il quale, co' suoi scritti, vinse la riluttanza e la incredulità che molti avevano riguardo alle idee esposte dal Guettard sulle antiche lave. Figuratevi che un distinto professore di Clermont nell'Alvernia si ostinava ad attribuire le scorie vulcaniche del suo paese ai resti di antiche fornaci stabilite dai Romani nei pressi di quelle montagne, ed i più arrabbiati nettunisti gli facean coro! D'altra parte non mancò chi si facesse a contendere al Guettard il merito della scoperta. Un certo Ozy stampò che la stessa osservazione era già stata fatta,

Digitized by Google

prima di lui, da due inglesi, certi Olzendorff e Bowls; ma intervenne, in buon punto, il Malesherbes a narrare come realmente erano andate le cose, ed in questa difesa il venerando uomo fu assai più fortunato che non in quella di Luigi XVI.

Il Desmarest fu anch'egli un viaggiatore a tutta prova, ed un osservatore dei più oculati e coscienziosi. Io lo proporrei a modello ai geologi attuali, e fu certamente il suo esempio che diede i Pallas, i De Saussure, i Dolomieu e tutti gli altri geologi viaggiatori della fine del secolo scorso. È interessante conoscere qualche particolare sul suo modo di viaggiare. Egli camminava sempre a piedi, munito delle provvigioni più frugali; nessun sentiero era per lui impraticabile, nessuna rupe inaccessibile. Egli non cercava punto ospitalità nei castelli, nè s'arrestava negli alberghi; passar la notte sulla nuda terra, in qualche capanna da pastore, era per lui la cosa più naturale di questo mondo. Accostava sovente coloro che scavano la terra e lavorano nelle miniere: si faceva a conversare coi fabbri e coi muratori del paese più volontieri che non cogli scienziati. In tal modo raccolse quella conoscenza dettagliata del suolo francese colla quale nutrì le sue opere. Così lo dipinse il Cuvier; e questa vita attiva, piena di disagi e di privazioni, gli permise però di arrivare sulla novantina, come il suo contemporaneo e viaggiatore De Luc. Il che è una raccomandazione efficacissima per l'alpinismo, che ai nostri giorni è, fra tutti gli sport, il più utile ed il più razionale. Tutte queste escursioni gli fornirono i materiali per redigere la sua carta topografica e geologica del Puy de Dôme e dei Monts-Dore, che è un vero capolavoro del genere,

Digitized by Google

tenuto naturalmente calcolo dell'epoca in cui fu compilata. Altri suoi lavori originali e di polso sono quelli che riflettono i basalti dell'Alvernia, dei quali studia la natura e l'origine vulcanica, mentre dai più si riteneva una roccia acquea (1771), e quelli con cui si prefigge di determinare alcune epoche della natura mediante i prodotti dei vulcani (1779). In quest'ultimo scritto egli raggruppa le roccie vulcaniche in tre epoche. La prima comprende le produzioni dei vulcani attuali o da poco estinti; la seconda quelle produzioni in cui l'apparato vulcanico è quasi distrutto e non rimangono che le correnti laviche smantellate anche queste dagli agenti atmosferici; la terza quelle roccie vulcaniche che s'espansero anteriormente ai terreni sedimentari o contemporaneamente alla loro deposizione, restandovi interstratificate. Queste idee vulcanistiche irritarono ancor più i nettunisti, ma nello stesso tempo invogliarono gli studiosi a nuove ricerche, onde vediamo, sempre sugli antichi vulcani d'Alvernia, apparire altri importanti lavori, fra i quali meritano d'essere accennati: quello del Bonnet (1774), che distinse quattro specie di roccie vulcaniche nella citata regione, e quello del De Montlosier (1788) che ridusse a due categorie i vulcani, gli antichi ed i moderni.

Il Desmarest, durante le sue lunghe peregrinazioni geologiche, capitò anche in Italia, e mosse tosto a trovare il vicentino Alberto Fortis, che da noi rappresentava il partito vulcanista, e questi l'accompagnò a visitare la classica zona vulcanica del Veneto occidentale. Il Fortis, al pari dell'Arduino, non poteva a meno di professare tali idee, trovandosi in una regione dove le roccie vulcaniche si presentano con forme tipiche e sicure: egli fu inoltre

Digitized by Google

un paleontologo fecondo, come l'attestano le numerose memorie da lui pubblicate dal 1764 al 1802, ed un viaggiatore attivissimo, come l'attesta il suo lungo viaggio in Dalmazia, durante il quale fece importanti raccolte. Occasione del viaggio furono certe ossa fossili, pretese umane, che il Donati aveva detto trovarsi nella Dalmazia, e poichè tutti ne parlavano e vi facevano sopra congetture d'ogni razza, il Fortis volle accertarsi *de visu* della cosa. Così facendo egli seguiva il consiglio del suo collega Desmarest, il quale, a tutti coloro che l'avvicinavano per discutere su qualcosa, che non avevano personalmente studiato, diceva per tutta risposta: *Allez et voyez.*

Continuatore dell'Hooke e del Ray, il Michell, professore di mineralogia a Cambridge, pubblicò nel 1760 una memoria sui terremoti. Il memorabile disastro di Lisbona del 1755 aveva attirata la sua attenzione sovra questi grandi fenomeni tellurici. E nel suo scritto, pieno di osservazioni importanti e di idee giuste ed originali, egli parlò a lungo sulle cause dei terremoti, attribuendoli ai vapori raccolti nelle cavità sotterranee, e sui loro effetti, tra i quali annovera il sollevamento degli strati e tutti i fatti tectonici che si riscontrano nelle regioni montagnose. Il Michell studiò eziandio la disposizione stratigrafica della sua regione, e, generalizzando i risultati ottenuti, enunciò parecchie idee avanzate, che i geologi posteriori confermarono ed ampliarono. L'altro vulcanista inglese, il Needham, occupandosi della struttura e dell'origine delle montagne, prese a confutare il primo sistema del Buffon. Questi, se vi ricordate, attribuiva l'origine delle montagne alle correnti sottomarine: il Needham invece dimostra che tal genesi non è ammissibile per varî

Digitized by Google

motivi, tra i quali sono notevoli questi due: la struttura delle montagne, che sono costituite da strati sovrapposti e concentrici, parla visibilmente in favore di una forza interna che sollevò e ruppe gli strati non appena questi ebbero acquisita una certa resistenza; — la luna, che è eminentemente montagnosa, è priva di acqua, epperò i suoi rilievi debbono provenire da cause più essenziali alla costituzione del pianeta di quello che possono essere le correnti od ogni altra causa esterna e superficiale. Secondo il geologo inglese, che pubblicò il suo sistema nel 1769, si depositarono sul fondo dei primi mari i sedimenti fossiliferi: sovr'essi agì in seguito, e dolcemente, una forza espansiva derivante dal calore centrale. Questa forza, modificata dalla gravitazione, portò quei fondi marini a divenire continenti e spinse una piccola parte di questi ultimi all'altezza delle più elevate montagne. Le acque superficiali non intervennero che più tardi e come cause secondarie: esse contribuirono a dare ai rilievi terrestri l'aspetto attuale. Come vedesi, queste idee del Needham, che tendono alla conciliazione fra le due scuole vulcanistica e nettunistica, sono assai rimarchevoli e preludiano ad una nuova epoca per la geologia in cui ogni fenomeno, nella gran storia del passato, avrà la sua giusta parte. E questo eclettismo iniziatosi sullo scorcio del secolo passato non è che una ripetizione dell'eclettismo pitagorico ed avicenniano che vi feci notare, quando vi ho parlato della geologia presso i greci, i latini e gli arabi.

Il rappresentante tedesco del vulcanismo, verso la metà del secolo scorso è, come ho detto, il Raspe. Questo scrittore, benemerito per aver raccolte tutte le opere filoso-

Digitized by Google

fiche del Leibniz, pubblicò nel 1763 una *Storia delle isole nuove,* nella quale passa in rivista tutti i terremoti che hanno prodotto effetti permanenti sulla crosta terrestre e specialmente quelli che hanno avuto per risultato la creazione di nuove isole, come nell'arcipelago greco nell'anno 1707 e nelle Azzorre nel 1720. Discute inoltre i sistemi dell'Hooke, del Ray, del Moro, del Buffon e di altri, soffermandosi specialmente su quello dell'Hooke che a lui pare, sotto più aspetti, il migliore. Ai terremoti egli attribuisce l'elevazione dei continenti, e mentre si dimostra inspirato al criterio attualistico, cade nel cataclistico, mancandogli quel concetto indispensabile del tempo, che i testi religiosi impedirono d'avere sino a che non s'addivenne ad una interpretazione più elastica, acrobatica, direi io, delle giornate della Genesi. Ragiona inoltre intorno alla supposizione dello spostamento dell'asse terrestre, accettata già, come causa dei fenomeni geologici, dall'Alessandri, dal Burnet, e poi dallo stesso Hooke, per spiegare l'antico calore tropicale dei mari d'Europa, ma invece di concludere pro o contro finisce per dire che si tratta d'uno dei problemi più oscuri e più difficili a risolversi. Un altro esumatore di questa ipotesi fu il nostro connazionale Giacomo Odoardi, che si formò una raccolta dei fossili dell'alto Veneto, ed illustrandola nel 1761 dimostrò di credere che il centro di gravità del globo abbia cambiato situazione, così che il mare alternativamente inondasse alcuni luoghi, ritirandosi da altri, ed il clima stesso si mutasse in modo da dar vita in uno stesso posto ad animali di latitudini differenti. E poichè sono all'Odoardi, mi sbrigherò con due parole sugli altri tre italiani che pubblicarono nel terzo quarto del secolo scorso i loro

Digitized by Google

scritti paleontologici. Il Caluri, naturalista toscano, ricercò e studiò i fossili delle crete di Siena, e nel 1765 riferì intorno alle nuove specie trovate; il Bastiani, illustrando nel 1770 le acque minerali di San Casciano, dedicò un capitolo alla conchigliologia fossile di quei dintorni; il Passeri, infine, che nel 1753 aveva inserito in un periodico una *Storia dei fossili del Pesarese,* nel 1775 la pubblicò separatamente e raddoppiata, ricca di molte indicazioni paleontologiche e di curiosissime idee geologiche, fra cui quella che l'Italia sia rimasta sotto il mare finchè si aperse lo stretto di Gibilterra....

Mi resta per completare i brevi cenni che ho dato sin qui dei geologi che precedettero il grande momento storico, caratterizzato dai due nomi rivali dell'Hutton e del Werner, che adesso vedremo, ad accennarvi due sommi scienziati, i quali, benchè abbiano lasciata orma maggiore del loro genio in altre branche delle scienze naturali, pure non mancarono di avere molta influenza anche nello sviluppo delle scienze geologiche. Rispondono questi due agli alti nomi di Pietro Camper e di Emmanuele Kant. Contrariamente a quanto hanno fatto gli storiografi ed i cronisti della geologia, io cito questi sommi fra i geologi, poichè è ad essi che metton capo due grandi scuole geologiche, di cui tratteremo nella prossima ed ultima conferenza. La scuola cataclistica è contenuta in germe — l'abbiam visto assieme — in molti scritti dell'antichità e della modernità, del Leibniz e dell'Hooke specialmente; ma chi per la prima volta ne formulò nettamente e scientificamente il concetto è stato il Camper. Parimenti abbiam constatato che la scuola evoluzionistica

Camper (Petrus - Leida 1722 - L'Aia 1789

Digitized by Google

è adombrata nei libri di alcuni filosofi greci e di alcuni geologi dei secoli scorsi, ma chi ne pose una buona volta le solide fondamenta è stato il Kant.

Il naturalista di Leida — che, dopo aver viaggiato assai e fatto per tre lustri il professore, si ritirò, come il Darwin un secolo dopo, nella quiete della campagna onde poter meglio studiare e pensare — è stato il vero precursore del Cuvier. Pel primo egli immaginò, nel terzo quarto di secolo del settecento, di comparare gli scheletri delle specie viventi colle fossili, e citando, fra le altre, il mammouth ed il rinoceronte ticorino, concluse che tutte le specie che attualmente si riscontrano allo stato fossile furono distrutte in seguito a violenti catastrofi. Il filosofo-critico di Könisberga diede pel primo nella sua celebre opera cosmogonica, stampata nel 1755, una teoria evoluzionistica sull'origine dell'universo e della terra, e nel suo trattato di geografia fisica tentò pel primo una vera storia evoluzionistica dei grandi cangiamenti che la terra ha subìto nei tempi passati e va subendo tuttodì.

Su quest'ultimo, data l'importanza altissima delle sue concezioni, e la poca precisione con cui generalmente si conoscono, è assolutamente necessario un cenno più largo. Il Kant pubblicò la sua dottrina dell'origine meccanica dell'universo nel 1755 in una operetta intitolata: *Storia naturale generale e teoria del cielo*, che solo recentemente fu tradotta in francese dall'astronomo Wolf. Si suol dire comunemente che l'ipotesi kantiana è la stessa cosa di quanto più tardi costituì l'ipotesi del Laplace: ma tra le due ipotesi le differenze sono assai forti ed i competenti assicurano che il matematico francese non conoscesse neppure il libro del filosofo tedesco quando mise fuori la sua

Digitized by Google

notissima dottrina. Però al Kant spetta la gloria d'aver enunciata pel primo l'idea grandiosa che costituisce la base d'entrambe le ipotesi; l'idea cioè di una nebulosa primitiva da cui nacquero tutti i pianeti, riportando da essa il movimento ed una costituzione comune. Ma la nebulosa del Kant è tutt'altra cosa, per proprietà e movimento, della nebulosa del Laplace: eppoi intercedono fra le due dottrine forti differenze d'ordine meccanico ed astronomico; il Laplace inoltre si limitò ad indagare l'origine del nostro sistema planetario, mentre il Kant allargò la sua concezione all'universo intiero. Ad ogni modo, ripeto, il filosofo tedesco ha il merito immortale di avere tentato per il primo la soluzione del problema cosmogonico, applicando nella ricerca i principî scientifici allora conosciuti, e non ricorrendo a fatti soprannaturali e meramente fantastici come fino ai suoi tempi ed anche dopo s'era fatto e si fece da pretesi scienziati. Lo stesso Newton, arrivato agli estremi del problema cosmogonico, s'era arrestato, rifugiandosi nell'idea dell'intervento divino.

Fondandosi sulla gravitazione universale scoperta dal sommo inglese, il filosofo tedesco vide chiaramente come i mondi solari e planetarî dovettero risultare dalla concentrazione successiva, favorita dall'affinità chimica, dei materiali disseminati nello spazio in cui vanno circolando oggidì. Si fu in seno a questa espansione infinita di materia informe e diffusa, vero caos primitivo, che si costituirono in primo luogo le varie masse solari, centri di primo ordine dell'universo. Due forze intervennero a produrre le varie masse: l'attrazione newtoniana ed una forza repulsiva sensibile soltanto a distanza piccolissima e che agisce sovratutto quando la materia è ridotta ad uno

Digitized by Google

stato di divisione estrema. Gli elementi disseminati di specie più densa attirarono a sè tutta la materia più leggiera che li attorniava: alla lor volta essi si riunirono nei punti ove esistevano particelle di specie ancor più densa, e così via... fino a che ne risultarono i varî ammassi. In ciascuno di questi succedettero evoluzioni ulteriori: contempliamo quello che doveva dar luogo al nostro sistema solare. Il Kant sostiene ch'esso abbia potuto mettersi in rotazione da sè stesso in virtù d'azioni interne: il centro della massa essendo più denso, i corpuscoli lontani vi si precipitavano, e nella caduta subivano deviazioni laterali in seguito alle repulsioni reciproche; ne veniva un'infinità di movimenti incrociantisi in ogni senso e sotto ogni inclinazione, ma gli urti risultanti da tali incrociamenti finirono per non lasciar sussistere che dei soli movimenti circolari, paralleli e dello stesso senso. In tal modo una porzione della materia trovossi animata da un moto di rotazione, mentre l'altra porzione, ridotta al riposo dagli urti, cadde direttamente verso il centro a condensarvisi di continuo. In questo centro si costituì dunque il sole, e attorno ad esso restò una massa di corpuscoli indipendenti, moventisi secondo orbite circolari. Quel che avvenne nel caos primitivo succedette anche in questa massa attorniante il sole, e dalla condensazione della materia attorno a determinati centri d'attrazione nacquero i pianeti, conservanti gli stessi movimenti circolari dei corpuscoli dalla cui unione derivarono ed aventi una massa in ragione della distanza dal sole, della sfera operativa di ciascun centro e dell'azione reciproca dei centri vicini. Parimenti quanto avvenne in grande attorno al sole si ripetè in piccolo attorno ad ogni pianeta,

Digitized by Google

e così originaronsi i satelliti. Le comete poi formaronsi come i pianeti, ma a grande distanza dal sole, in regioni ove la debolezza dell'attrazione centrale e la rarefazione dell'ambiente permettevano movimenti assai eccentrici ed in piani assai inclinati sull'equatore solare; ed è appunto la volatilità estrema della materia di cui sono costituite che ne produce la chioma e la coda. Il sole, infine, appropriandosi le materie più piccole che sfuggivano ai singoli sistemi planetarî, e da esse alimentato continuamente, divenne incandescente per la facilità infiammabile di tali particelle leggiere; tutti gli altri globi invece rimasero freddi ed oscuri.

Tale in estratto rapidissimo, e spoglio delle infinite particolarità e considerazioni che si trovano nel testo — ma non sempre in regola colle leggi naturali, specie della fisica e della meccanica — è la celebre cosmogonia del Kant, della quale molto si parla, ma che poco si conosce ed in modo deplorevole si confonde dai più, anche in libri di scienza, con quella del Laplace. Il notissimo anello di Saturno è poi spiegato dal filosofo di Könisberga in questo modo. Quel pianeta, formatosi assai lontano dal centro solare, era da principio molto analogo alle comete e descriveva un'orbita fortemente eccentrica; passando vicino al sole acquistò un' alta temperatura che l'avviluppò di una vasta atmosfera. L'orbita in seguito s'avvicinò alla forma circolare; il pianeta si raffreddò e la sua atmosfera, per leggi meccaniche in dipendenza dalla rotazione del pianeta stesso, trasformossi in quell'anello che tuttodì si contempla. Nella indagine di queste leggi il Kant assurge ad idee veramente elevate che aprirono la via ad ulteriori scoperte: assai curioso è poi laddove immagina

Digitized by Google

l'antica esistenza attorno alla terra di un consimile anello. Questo anello sarebbe stato costituito da vapori acquei; e, o per via d'una cometa che, colla sua attrazione, ne abbia messo a soqquadro i movimenti dianzi regolari, o per via del raffreddamento dello spazio che ne abbia condensato le particelle vaporose, un bel giorno l'anello si sarebbe squarciato, dando luogo al diluvio mosaico... Ma con questo entriamo in quella maledetta preoccupazione che trascinò tanti bravi scienziati sul terreno che non è della scienza, e siffatta speculazione diluvianistica va separata dal resto della dottrina e relegata colle altre fantasticherie cui si abbandona il Kant nell'ultima parte del suo libro, trattando degli abitanti degli astri.

Più direttamente importante per la geologia è una seconda opera di Emmanuele Kant, e cioè il suo *Trattato di geografia fisica,* del quale fu pubblicata a Milano, tra il 1807 e l'11, una traduzione italiana in sei volumi. Infatti quest'è un vero scritto di geologia, ed il titolo corrisponde alla denominazione che il Leibniz indicava per le scienze geologiche quando ne preconizzava, con fatidico genio, le future conquiste e ne porgeva un *saggio.* Il Kant aveva studiato profondamente i varî fenomeni tellurici e per più anni aveva tenuto un apposito corso su tali argomenti. Nella prima parte di questo trattato evvi un capitolo intitolato: *Storia dei grandi cangiamenti che la terra ha subìto altre volte e ch'essa subisce ancora,* e, per verità, questo capitolo è uno squarcio magnifico di geodinamica, gravido di sanissimi principî. L'autore dà con esso una succinta relazione dei graduali cangiamenti che si producono attualmente, raggruppandoli in varie classi a seconda che dipendono dai terre-

Digitized by Google

moti, dalle pioggie e dai fiumi, dal mare, dai venti e dai geli, e, per ultimo, dall'azione dell'uomo. La seconda parte intitolasi: *Segni dei cambiamenti che la terra ha subìto in una antichità remota,* ed anche questo può dirsi uno splendido squarcio di geologia storica. Consta di tre sezioni, rispettivamente intitolate: Prove per stabilire che il mare ha coperto altre volte tutta la terra; Prove dimostranti che uno stesso luogo è stato alternativamente mare e terraferma; Discussione delle differenti teorie della terra proposte dallo Scheuchzer, dal Moro, dal Burnet, dal Woodward, dal Whiston, dal Leibniz, dal Linneo e dal Buffon. La terza parte contiene un *Saggio per cercare di stabilire una valida spiegazione dell'antica storia della terra.* Ed anche qui, malgrado non sieno poche le inesattezze nè pochi gli errori, trovansi esposte assai giuste vedute, le quali, accoppiate alle precedenti, fanno del trattato del Kant un sistema abbastanza completo d'interpretazione geologica a base evoluzionistica.

Come vedete dunque, o signori, tanto il Camper come il Kant meritano uno dei primi posti della storia della geologia; bastò uno sprazzo del loro genio gigante per rinnovellare la scienza del globo più di quanto avrebbero fatto tutti gli altri geologi colla falange innumerabile de'loro trattati, delle loro memorie, delle loro accademiche comunicazioni. Ma comprenderemo ancor meglio il merito di questi due valorosi scienziati quando avrem dato uno sguardo alle due grandi scuole geologiche che sorsero, come per incanto, sulla piattaforma delle loro idee. Il che faremo la prossima volta.

Digitized by Google

IV.

Eccoci giunti all'ultimo quarto del settecento. È desso un momento storico della più alta importanza nell'evoluzione della geologia, come quello in cui la lotta fra i plutonisti ed i nettunisti giunge allo stadio acuto, e i due partiti, all'ombra di due menti superiori, si azzuffano con calore. È la volta che la battaglia deve avere un esito decisivo: occorre che il secolo decimonono trovi le cose accomodate. Le idee cattive in questa grande lotta soccomberanno; quelle che godono di elementi sani si modificheranno, conservando questi soltanto; le indiscutibilmente buone sopravviveranno vittoriose, e sarà sul frutto di questa selezione che s'eserciteranno gli studiosi del nostro secolo per iscrivere la vera e genuina istoria della terra. Ed era necessario che l'eterna lotta fra i geologi assumesse sullo scorcio del passato secolo una maggiore veemenza; occorreva spazzar la strada scientifica dagli ingombri che i secoli dell'ignoranza e della superstizione vi avevano accumulati: era necessario un combattimento definitivo, come fu necessaria la rivoluzione francese onde por fine ad uno stato di cose che non era più compatibile collo sviluppo attinto dall'umanità civile. I tenebrosi veli del medio evo dovevano essere squarciati per sempre: era tempo ormai che la scienza positiva uscisse dallo stato di crisalide per alzare rapido il volo incontro alla sua meta, per marciare diritta alla conquista del suo vello d'oro: il Vero.

Digitized by Google

Giacomo Hutton, nato ad Edimburgo il 3 giugno 1726 e mortovi il 26 marzo 1797, fu l'antesignano dei plutonisti, che, dal suo nome, si chiamarono *huttoniani*. Abramo Teofilo Werner, nato a Wehrau am Queis (Lausitz) il 25 settembre 1750 e morto a Dresda il 30 giugno 1817, fu il capo dei nettunisti, i quali da lui presero il nome di *werneriani*. Queste due grandi figure della storia della geologia meritano uno studio speciale, e tanto più lo meritano, perchè, nella foga del lottare, i contemporanei non hanno sempre bene compresi i maestri, e gli storici che vennero in seguito, sulle false notizie avute, non ne diedero ritratti fedeli. Ancora oggigiorno certi trattatisti non ne danno un cenno completo; se compulsate i testi inglesi vi troverete enormemente lodata l'opera dell'Hutton ed assai meno quella del Werner, e constaterete l'opposto sfogliando i libri tedeschi. I francesi, più teneri delle proprie che delle altrui glorie, non se ne occupano gran cosa, e mettono a fianco d'entrambi il Buffon e gli altri contemporanei. Ond'è che riesce molto difficile di trovare in un sol testo un cenno diffuso e ugualmente imparziale su entrambi.

Dovrei intrattenervi fino a domani se volessi degnamente ricordare l'opera geologica di ciascuno; farò tuttavia il possibile per tracciarne almeno le linee principali in quel poco tempo che mi resta ancora. Ed anzitutto comincerò collo sfatare una specie di leggenda che s'è creata, per così dire, su quei due sommi. In quasi tutti i testi di geologia, che, immancabilmente, vogliono dare il loro bravo *coup d'œil* sulla storia della materia, l'Hutton ed il Werner sono dipinti, sto per dire, come due intransigenti sacerdoti, l'uno del dio Pluto, l'altro

Digitized by Google

del dio Nettuno. E dalle fuggevoli righe, che i trattatisti si fanno obbligo di dedicar loro, par quasi di sentir l'uno a gridare: fuoco! fuoco!, e l'altro: acqua! acqua! Nè basta: son figurati come i due cani mordenti dell'Ariosto, che litigano rabbiosamente tra di loro, dilaniandosi a più non posso. Ebbene, signori miei, quest'è retorica bell'e buona, questa è esagerazione ridicola: niente altro che frutto della completa ignoranza degli scritti di quei due sommi. Con ciò si confonde gli allievi coi maestri, i veri coi falsi geologi, la bile di certi Don Chisciotte della chiesa colla serenità dei cultori della scienza. Intendiamoci una buona volta per sempre. Nè l'Hutton, nè il Werner sono stati così gretti, così esclusivisti, così ostinati, come si sogliono far comparire. È bensì vero che furono rispettivamente i capi dei plutonisti e dei nettunisti, ma quanta differenza fra essi e la turba dei geologi che dicevano combattere per l'una o per l'altra scuola!

L'Hutton è un plutonista, ma il suo non è il plutonismo che fa derivare tutte quante le roccie dalla fusione ignea: è il plutonismo che riconosce le roccie vulcaniche allo stesso modo che riconosce le sedimentari e le organiche: è quindi, più che altro, un eclettismo geologico de' più serî, de' più ragionati. E tali furono in genere i plutonisti, tranne qualche esagerazione in certuni circa l'azione del calore terrestre. I nettunisti invece, prodotto del ramo tradizionalista, erano d'idee più ristrette: eccezion fatta delle lave che sgorgavano dai vulcani sotto il loro naso, tutte le altre roccie derivavano dall'acqua: graniti, basalti, trachiti tutte eran roccie formatesi sul fondo di antichi mari per via di depositi o di precipitati chimici. Ed

Digitized by Google

anche il Werner professò tali idee; ma per lui queste non erano che questioni d'ordine secondario; a lui premeva più dell'origine, indagare la natura, la situazione e lo sviluppo delle varie roccie e constatare quali fossili e quali minerali nel seno di ciascuna si potevan rinvenire. L'Hutton è come la fioritura estrema del *phylum* positivo: ha dell'antico, ma si presenta in veste moderna; raccoglie con sintesi poderosa i veri già conquistati, e, lumeggiandoli con originali criterî, mostra la strada per conquistarne dei nuovi; in una parola, egli distrugge la parte inutile dei vecchi sistemi, e, conservando la buona, dà il punto di partenza della geologia attuale. Il Werner, benchè seguace del nettunismo, ha poca simpatia per le teorie generiche, pei sistemi filosofici: ei vuole l'analisi e non la sintesi, lo studio e non la teoria della terra, l'anatomia dei terreni e non la loro fede di nascita. Perciò egli inaugura il periodo di ricerche indefesse, di osservazioni minuziose, di studî specialistici che caratterizzerà l'epoca nostra e porterà gli uomini a conoscere intimamente come sia costituita quella parte della terra ch'è accessibile alle loro indagini. Sono dunque, l'Hutton ed il Werner, come le colonne d'Ercole fra la vecchia e la nuova geologia, e sono entrambi provvidenziali per la nostra scienza, poichè senza chi avesse conservate le conquiste antiche e senza chi avesse insegnato i processi per raggiunger le moderne, la scienza del globo sarebbe stata tuttodì o una povera rachitica o l'ancella di qualche altra disciplina. L'antagonismo fra i due si risolve di conseguenza in una benefica divisione di lavoro: lo scozzese riordinò le sparse fila della geologia teorica, generale; il sassone raccolse in corpo organico gli ele-

Digitized by Google

menti della geologia descrittiva, costituendo le due branche della litologia e della stratigrafia. E la maggior parte delle concezioni d'entrambi appartengono alla geologia odierna, preziosissima eredità per la quale, in misura identica, noi, nipoti fortunati, dobbiamo sia all'uno che all'altro la più viva gratitudine.

Giacomo Hutton fu da giovinetto molto instabile nei suoi studî. Cominciò colle matematiche, e poi fu allogato in un pubblico ufficio; ma quivi, invece d'occuparsi a copiar ruoli e studiar le forme della procedura, passava il tempo facendo esperienze di chimica con storte e crogiuoli; più tardi fu mandato a Leida a studiare medicina e vi si addottorò nel 1749, ma, non sentendo alcuna inclinazione per questa carriera, abbandonò presto le dottrine d' Esculapio e d' Hippocrate per dedicarsi all' agricoltura, fissandosi presso un affittavolo di Norfolk. Quivi cominciò ad appassionarsi alle escursioni mineralogiche e geologiche, e visitò a piedi molta parte dell'Inghilterra, ed a tale scopo ancora passò nella Fiandra. Nel 1754 tornò in Iscozia, dimorando nella sua fattoria nella contea di Berwick, ed occupandosi nuovamente di agricoltura; infine, verso il 1768, si stabilì ad Edimburgo onde darsi interamente alle scienze, ed in particolare alle ricerche geologiche. Suo padre gli aveva lasciato un discreto patrimonio, e con questo visse indipendentemente nella città natale, senza mendicare impieghi, senza ridurre la scienza ad una professione più o meno retribuita. Se non avesse fatto così, molto probabilmente, coi tempi che correvano, sarebbe stato costretto a professare tutt' altre idee geologiche, o, per lo meno,

Digitized by Google

a star zitto! Libero dunque di fare ciò che meglio gli piaceva, amico dei migliori scienziati suoi concittadini, profondo in tutto quanto alla sua epoca si sapeva di fisica e di chimica, continuamente in giro per le montagne della Scozia e dell'Inghilterra, egli potè mettere assieme eccellenti materiali e commentarli a modo suo, senza riserva alcuna. Con tutte queste prerogative egli si estolse sulla comune dei geologi e trovossi molto avanti sulle conoscenze geologiche della sua epoca. E tenne testa coraggiosamente, assistito da un intenso amore del vero, alla falange degli avversarî, che, in ogni modo e con ogni mezzo, tentò di screditarne le idee, ostacolarne gli studî, amareggiarne la vita. Per non parlare di tutti i teologi, che lo vedevano come un pruno nell'occhio, basti il dirvi ch'egli aveva contro di sè il Jameson, professore all'Università, wernerista arrabbiato; il Williams, ispettore delle miniere d'Edimburgo, ed il Kirwan, presidente dell'Accademia Reale di Dublino. Come vedete, i tre capi degl'Istituti che, per affinità di scienza, potevano avere rapporti con lui, gli eran nemici dichiarati e non gli lasciavano tregua. Ma il nostro Hutton li affrontò tutti; ai loro attacchi meschini rispondeva con nuovi scritti e con nuove idee, e tanta fu la sua costanza e la forza de' suoi ragionamenti, che riuscì persino a convertirne uno a sè, e precisamente quegli che aveva maggior coltura ed ingegno: il prof. Jameson. Gli altri due, tenaci diluvianisti, avevan la testa troppo dura per comprendere certi fatti! E col Jameson altri nettunisti finirono poco per volta, conquistati dalle sapienti dimostrazioni dell'Hutton, ad accettare le dottrine di questi; figuratevi che ad Edimburgo s'era persino

Digitized by Google

costituita una *Società werneriana;* ebbene, dopo qualche tempo, la maggioranza dei soci, facendosi a professare la teoria huttoniana, trovossi in madornale contraddizione col nome della Società stessa!

L'Hutton pubblicò nel 1777 la sua prima memoria geologica, trattando della natura, della qualità e delle distinzioni del carbon fossile e del *culm* (speciale carbone antracitoso associato a schisti), e si fu appunto nello studiare il prezioso combustibile che gli balenò alla mente la grande azione geologica del calore terrestre. Nella primavera del 1785 espose davanti alla Società Reale d'Edimburgo la sua *Teoria della terra,* e la pubblicò poscia nel 1788. Nel 1795, infine, dopo nuovi viaggi, nuove ricerche e nuove meditazioni, ne fece in due volumi una seconda edizione, accresciuta d'altri fatti e di ragionamenti più dettagliati, ed avrebbe completata l'opera con un terzo volume, se la morte non l'avesse colto due anni dopo, con grave cordoglio di coloro che seppero, fra la generale indifferenza, capirne la grandezza. Ma i suoi scritti, così densi d'idee, di novità, di fatti e di induzioni, non potevano essere ben compresi dal pubblico per il modo con cui erano redatti: la mancanza di un certo ordine nell'esposizione, una certa sproporzione fra le varie parti, generatrice di prolissità o di lacune, ed infine una certa grave intonazione di stile, rendevano la sua teoria della terra molto difficile a capirsi. È la stessa cosa che abbiamo constatato nel sistema del Moro. Ma, per fortuna sua, e più ancora della scienza, sorse un altro Generelli, e questi fu Giovanni Playfair (1749-1819), suo amico ed allievo entusiasta, e nello stesso tempo scrittore elegante e preciso. Nessuno era più di questi indicato a commentare

Digitized by Google

il grande prodotto dell'ingegno dell'Hutton; nessuno più del Playfair aveva i requisiti indispensabili per tradurre fedelmente in moneta spicciola, ad uso degli studiosi contemporanei e futuri, il sistema huttoniano. Egli era vissuto in grande dimestichezza col maestro, lo aveva accompagnato nelle gite ed aiutato nelle ricerche, nelle raccolte, nelle esperienze: poteva quindi averne conosciuto in modo esatto e minuto il pensiero geologico. L'intimità fra l'Hutton ed il Playfair fu così stretta, quale forse è difficile riscontrare fra altri due scienziati; non parliamo poi dei geologi, che paiono avere la prerogativa d'invidiarsi l'un l'altro, di guardarsi in cagnesco, di demolirsi a vicenda e di litigare accaniti per la minima quisquilia di priorità. Almeno così succede in Italia, per quanto io possa sapere e vedere! I nostri due scozzesi facevano, si può dire, vita comune; essi erano i due soci più assidui di un piccolo comitato d'amici che, dopo le sedute della Società reale, si radunava infallantemente « per mangiare ostriche e parlare di scienza ». In tal modo il Playfair s'innamorò delle idee che l'Hutton veniva spiegando, e, dopo la morte dell'amico, prese impegno di vendicarle contro gl'ingiusti e numerosi attacchi cui erano fatte segno, preparandosi all'uopo anche con apposite escursioni geologiche, che intraprendeva ad ogni estate, quasi sempre in compagnia di lord Webb Seymour, e che talvolta spingeva a lontane contrade, come fece quando, poco discosto dalla settantina, visitò nel 1816 le Alpi e l'Italia. Fu nel 1802 che pubblicò la sua *Illustrazione della teoria huttoniana,* opera importantissima colla quale, spiegando meglio le idee del sommo plutonista, e rivestendole colle grazie della letteratura,

Digitized by Google

il Playfair contribuì fortemente al trionfo di quella scuola che doveva menare dritto dritto alla scienza odierna.

Appressiamoci riverenti a questo grande monumento geologico ch' è il sistema dell' Hutton, per coglierne almeno l' architettura sommaria. Ci colpisce in primo luogo la netta delimitazione che il geologo scozzese dà al suo edificio. Prima di lui la geologia era un grande magazzino di verità e di frottole, che incominciava dal giorno della creazione di tutto l'universo, per finire al giorno in cui tutto l' universo, secondo le credenze religiose, dovrà essere annientato. Era quindi un enorme pasticcio con prevalenza di cosmogonia e di geologia dell' avvenire: e l'interpretazione di tanto passato remoto e di tanto futuro futuribile non poteva certamente essere sempre il frutto di una rigorosa induzione, di uno studio scientifico. La fantasia, più che altro, aveva l' incarico di illustrare i due estremi. L' Hutton, invece, delimitò il cómpito della geologia. Dalla geologia egli volle tolta quella parte che riguarda l' origine della terra e quella, ancor più oscura, che ne riguarda l'avvenire. Chiuso entro questi limiti, lo studio del nostro pianeta diventò coll' Hutton una scienza determinata, eminentemente positiva. D'altra parte l' Hutton, a differenza de' suoi contemporanei e dei suoi predecessori, non pose alcun confine all' esistenza del mondo. « Nell' economia del mondo, egli diceva, io non posso trovare nè le traccie d' un principio, nè la prospettiva d'una fine ». Tali parole, che confermavano il supremo principio filosofico dell' eternità della materia, applicate alla geologia vi portavano per la prima volta un nuovo concetto: quello dell' infinità del tempo. Questo concetto, applicato alla storia della terra in un'e-

Digitized by Google

poca in cui dalle maggioranze si credeva che seimila anni o giù di lì bastassero ad abbracciare tutta la vita, non della terra, ma dell' intiero universo, e solo da qualcuno, come dal Buffon, si arrischiava nel calcolo parecchie migliaia d' anni in più — questo concetto, dico, doveva portare nel campo geologico una grande rivoluzione, quella rivoluzione istessa che il Newton portò nel campo astronomico mediante il concetto dell' infinità dello spazio. E poichè l' Hutton, al pari dei tipi migliori del *phylum* positivista, accettò il criterio *attualista,* così, fondendo in un solo sistema le due idee, e cioè l' idea che i fenomeni passati furono identici a quelli che si osservano oggidì sulla faccia della terra e l' idea che non deve porsi alcuna limitazione al tempo, inaugurò una nuova geologia: *la geologia uniformistica,* della quale divenne poi valoroso alfiere Carlo Lyell. Basterebbe questa splendida concezione filosofica della geologia per immortalare il nome dell' Hutton: ma vedremo adesso quanti e quanti altri titoli di benemerenza egli acquista ai nostri occhi nelle singole particolarità del suo sistema.

Seguendo la esposizione playfairiana, il sistema dell' Hutton si può considerare diviso in due grandi parti: una parte, dirò così, anatomica ed una parte fisiologica. Nella prima egli passa in rassegna gli elementi costitutivi della crosta terrestre: nella seconda tratteggia un quadro felice di quanto si direbbe la vita del nostro pianeta. L' Hutton distingue nella composizione della terra i corpi stratificati ed i corpi non stratificati, ossia le roccie stratificate e le massiccie della nomenclatura odierna. Trattando degli strati indaga di quali materie siano composti, come avvenne il loro consolidamento e come rag-

Digitized by Google

giunsero la loro posizione attuale. Definito lo *strato* in modo da far invidia ai trattatisti moderni, dimostra che tutte le roccie stratificate traggono gli elementi dalla decomposizione di roccie od organismi preesistenti, e che questi elementi si depositarono gradatamente in seno alle acque. Eccovi già una prova, in queste prime dichiarazioni, del come l'Hutton sia stato tutt'altro che un plutonista esagerato! E ci fu chi disse che l'Hutton faceva derivare tutte quante le roccie dal fuoco! Ma costui: o era matto, o era bugiardo, o era ignorante: un geologo serio no certo! Fra le roccie stratificate descrive i calcari, i conglomerati, le arenarie, le argille, i gneiss, gli schisti micacei, talcosi, silicei, le ardesie, i calcescisti, ecc. È notevole il fatto che, mentre tutti i suoi contemporanei scartavano dalle sedimentari i gneiss, gli scisti e tutte le altre roccie stratificate dei terreni primitivi, che supponevano far parte del nocciolo originario del globo, egli invece le considera siccome prodotte dalla rovina di altre roccie più antiche, epperò vuole che si chiamino « primarie » e non « primitive » onde non dare all'epiteto un assoluto significato cronologico. Circa i calcari ed i carbon fossili sostiene la loro completa derivazione organica. Il consolidamento degli strati avvenne per due cause agenti di conserva: il calore terrestre e l'enorme pressione dell'acqua sovrastante. Idea questa originalissima, che l'Hutton sviluppa con gran copia di argomenti, gettando le basi di quella grande dottrina, la quale, dal nome del processo che illustra, si disse del metamorfismo, estendendola, oltre al calore centrale, ad una lunga serie di fattori diversi riconosciuti da ulteriori scoperte. La posizione infine degli strati, che, attualmente, è quasi sempre di-

Digitized by Google

versa dalla originaria orizzontale, è dovuta ai movimenti che la crosta terrestre ha subìto in forza del calore che risiede nel suo interno e si manifesta in molte guise, dai bruschi scuotimenti alla emissione della lava. Ed anche questa idea, ch'egli toglie ai geologi precedenti, illustra ampiamente, aggiungendovi molti nuovi fatti e molte originali vedute, specie di ordine tectonico ed endografico. In conclusione l'Hutton riconosce formalmente la grande categoria dei terreni stratificati, i quali gli provano che in ogni tempo esistettero e mari e continenti e che i materiali depositatisi in seno al mare per formare gli strati provennero dalla rovina dei primi continenti e dalla dissoluzione degli organismi; questi strati s'indurirono gradatamente e poi vennero sollevati, incurvati, rotti, sconvolti, in seguito a movimenti di espansione del calore interno del globo.

Trattando delle roccie non stratificate l'Hutton ne fa tre categorie: vene metalliche, whinstone e granito. Dopo una definizione eccellente dei filoni, che parimenti non sfigurerebbe in un testo odierno, s'estende lungamente sulle varie modalità ch'essi presentano e sulla loro origine, ch'egli ritiene posteriore alla roccia incassante e dovuta all'introduzione nelle spaccature di materie fuse, provenienti dall'interno del globo. Col nome di *whinstone* raggruppa una serie di roccie massiccie che ben difficilmente si potrebbero definire colla nomenclatura d'oggidì: corrisponderebbero suppergiù alle roccie basiche, porfiritiche, che sono abbondanti nel terreno carbonifero dell'Inghilterra. Ad ogni modo la separazione di esse dal tipo granito dimostra nell'autore un criterio litologico molto avanzato, come quello che tien calcolo della natura dei feldspati

Digitized by Google

e di altri componenti mineralogici. Dice che il whinstone si presenta sotto due forme: in dicchi o vene ed in ammassi irregolari, e tanto nell'una che nell'altra ha grande somiglianza colle lave dei vulcani. Col nome di granito indica le stesse roccie dell'attuale nostro gruppo granitico e anche in esse riscontra le due forme in dicchi e in masse. Tanto il whinstone che il granito sono d' origine ignea: derivano da masse in fusione che si espansero al di sotto, nell'interno ed al di sopra degli strati sedimentari. Ed a questo riguardo accenna a molti esempî di metamorfismo di contatto, ed è appunto nelle grandi alterazioni che si riscontrano nelle roccie sedimentari prossime al whinstone od al granito, ch'egli vede la prova più eloquente dell'origine ignea di quest'ultimi. Siffatte constatazioni fece egli stesso in una faticosa gita sui monti Grampiani lungo la linea di confine fra le masse granitiche e le stratificate, e narra il Playfair che, allorquando il suo maestro si trovò, per la prima volta, di faccia ad un calcare profondamente alterato dal vicino granito, si abbandonò a tali clamorosi manifestazioni di gioia e d'entusiasmo, che le guide che l'accompagnavano credettero ch'egli avesse scoperto una vena d'oro o d'argento!

Nella seconda parte del suo sistema l'Hutton offre un'esposizione completa, date le conoscenze dell'epoca, di quanto si suol dire oggidì la dinamica terrestre. Ampiamente ei svolge l'argomento della denudazione dei continenti, e, ad un certo punto, esagera l'azione acquea sulla superficie terrestre, come scavatrice delle valli, da sembrare un nettunista de' più spinti. Ecco un'altra prova del come siano in grave errore quei che dipingono o credono l'Hutton un plutonista intransigente! Anche in

Digitized by Google

questa parte del suo poderoso sistema il geologo scozzese ha veri lampi di genio, ciascuno dei quali insegna alla scienza nuove vie di fecondissime scoperte. Ma io non ho il tempo di ripescarveli partitamente, come non ho avuto il tempo per presentarvi tutti i pensieri originali che si contengono nella parte analitica che ho testè frettolosamente percorsa, sfiorando appena appena i capisaldi. Mi basti l'accennarvi ch'egli riconosce e dipinge con magistrali pennellate il doppio ordine di fatti col quale si estrinseca l'attività tellurica: sgretolamenti, distruzioni da una parte; depositi, costruzioni dall'altra. I continenti emersi sono in balìa dell'acqua, coadiuvata da altri agenti meteorici: il frutto di questa rapina continua si accumula lentamente sul fondo degli oceani; quivi i sedimenti si mineralizzano e si trasformano sotto la doppia influenza della pressione oceanica e del calore terrestre; più tardi da quest'ultimo vengono sollevati a costituire nuovi continenti, sui quali l'acqua tornerà di nuovo ad esercitare la sua rapina. La degradazione d'una parte del globo serve costantemente alla ricostruzione d'altre parti, e la prolungata azione del calore terrestre associato alla pressione sui depositi più profondi, dà luogo a masse laviche che, traversando i sedimenti, vengono a giorno per formare nuove roccie. Questo ciclo grandioso, perenne, l'Hutton tratteggia minutamente, schiudendo nuovi campi sconfinati alla geologia, ed è appunto da lui che ha origine quel gran capitolo sintetico della nostra scienza, che prende il nome di *circolazione delle roccie.*

Con ciò abbiamo visto, o signori, quantunque a precipizio e con molte lacune, l'enorme contributo che l'ingegno di Giacomo Hutton ha versato alla geologia. Ab-

Digitized by Google

biamo visto, col magro inventario che v'ho abborracciato, come il sommo geologo abbia confermate per sempre le sane idee geologiche de'suoi predecessori, e come di idee affatto nuove, che vigono tuttodì, egli abbia arricchito lo studio del nostro pianeta. Osservatore come Aristotile, il Palissy e lo Stenone, attualista come Anassagora, sintetico come il Descartes ed il Leibniz, eclettico come Pitagora, ecco questo sommo figlio dell'antichità farsi il padre della scienza moderna, gettando le basi di quella geologia uniformistica, che vedremo nella prossima conferenza sorgere gloriosa nel secolo nostro di fronte alla cataclistica!

Passiamo dalla petrosa Scozia alla metallifera Sassonia, ove trionfa il grande antagonista dell'Hutton. Abramo Teofilo Werner cominciò giovanissimo la sua gloriosa carriera. A soli ventiquattro anni pubblicava un *Trattato dei caratteri dei minerali,* il quale, presentando un nuovo sistema mineralogico, gli fruttò subito la cattedra all'Accademia mineraria di Freiberg. L'anno 1775 resterà memorando negli annali della geologia: cominciava allora quel classico insegnamento, cui accorse tutta l'Europa dotta, e che tanto entusiasmo e tanto fervore suscitò tra i naturalisti. Il Werner fondò parecchie delle branche geologiche, e tutta la scienza della terra sollecitò sulla via del progresso unicamente colle lezioni. Poco egli scrisse: aveva antipatia pel lavoro meccanico della scrittura; soltanto nel 1787 si lasciò indurre a pubblicare la sua *Classificazione e descrizione dei terreni,* e nel 1791 la sua *Teoria della formazione dei filoni.* In nessun libro egli raccolse quindi le sue idee generali: il

Digitized by Google

suo sistema, che levò tanto rumore, è giunto a noi cogli scritti de' suoi allievi, che prendevano appunti mentre il professore faceva lezione. Eppure, col solo insegnamento, qual rivoluzione portò nelle discipline geologiche, e quanta gloria suscitò intorno al proprio nome! Oggidì ancora — la frase è dello Stoppani — il nome del Werner suona all'orecchio del geologo colla potenza fantastica di un mito. Quest'esempio splendido del come una cattedra possa influire sul progresso della scienza cui si riferisce, dovrebbero tener presente i signori commissarî attuali, che distribuiscono con tanta facilità le cattedre di geologia. Essi dovrebbero assicurarsi se nel preferito, coi titoli scientifici, ci siano i didattici, ed in genere quella larga coltura, quella franca conoscenza di tutto l'edificio geologico che si richiede per un insegnante. Che importa che un tale, putacaso, sia un grande stratigrafo, od un provetto paleontologo, od un oculatissimo litologo, se, chiamato ad insegnare, non sappia poi fare lezione? Per insegnare da una cattedra occorrono requisiti speciali, che certamente non si possono desumere dalle dozzine e dozzine di noterelle, memoriette, tavole e cartine con cui è moda oggigiorno presentarsi ai concorsi, i quali, data la moda, sono appunto il trionfo dei fogliettisti e dei pillolisti. Chi si cura poi se l'eletto sa stare in cattedra come si conviene, e cioè con vantaggio di quello insegnamento pel quale la cattedra fu stabilita? Non si pretende, no, che tutti i professori di geologia siano tanti Werner, nè si vuole ch'essi facciano progredire la scienza, o sappiano divulgarla *coram populo:* si chiede soltanto che si facciano dei buoni allievi, come se li fecero i nostri Stoppani, Gastaldi e Meneghini.

Digitized by Google

Vera specialità del Werner era quella di formarsi gli allievi. E che allievi! Lasciamo che ne parli uno di essi, il D'Aubuisson: « Egli esponeva le dottrine geologiche con tale arte che ne penetrava gli uditori fino all'entusiasmo: egli sapeva inspirare, non solo il gusto, ma ancora la passione della sua scienza. Si fu all'uscire dalle sue lezioni, pieni del loro oggetto, che una folla d'allievi: Freisleten, Molis, Esmark, D'Andrada, Raumer, Engelhart, Charpentier, Brocchi, ecc., si sparse in ogni parte d'Europa a riempire gli archivî della mineralogia di numerose osservazioni; che l'Humboldt, affrontando ogni razza di pericoli, di stenti, di privazioni, s'è cacciato nel Nuovo Mondo, e ci ha in seguito meravigliati colla moltitudine e coll'importanza dei risultati delle sue ricerche; che il De Buch s'è dato a percorrere la Norvegia, l'Italia, le isole dell'Africa, ecc., donde riportò una sì ricca messe di fatti geognostici... ». Ma qual'era quest'arte così potente? può domandarmi qualcuno di voi. Perchè non crediate ch'io voglia divertirmi a ricamar fronzoli sullo insegnamento del Werner, mi accontenterò di ripetervi quel che ne scrissero i contemporanei e biografi suoi. Il sommo maestro univa ad una immaginazione brillante uno spirito riccamente ornato di conoscenze. Egli associava alla sua scienza favorita ogni sorta di soggetti, e, nelle sue lezioni, piene di interessanti digressioni, indicava tutti gli usi economici dei minerali, la loro applicazione alla medicina, l'influenza della composizione mineralogica delle roccie sul suolo, e quella del suolo, a sua volta, sulle risorse, sulla ricchezza e sulla civiltà dell'uomo. Allo stesso modo, diceva, che le vaste pianure sabbiose della Tartaria e dell'Africa mantenevano i loro

Digitized by Google

abitanti allo stato di pastori erranti, così le montagne di granito ed i terreni calcari e le alluvioni, situati a livelli inferiori, davano luogo a differenze notevoli nei costumi, nella prosperità materiale e nell'intelligenza dei loro abitanti. La storia stessa delle lingue e le migrazioni delle tribù erano state, secondo lui, determinate dalla direzione dei tali o dei tali altri strati particolari. Le qualità di certe pietre da costruzione lo trascinavano a discorrere sull'architettura delle diverse epoche e nazioni, come pure la geografia fisica d'un dato paese lo traeva spesso a trattare della tattica militare. Il fascino de' suoi modi e la sua eloquenza accendevano l'entusiasmo degli allievi, al punto che molti fra essi, i quali non miravano dapprima che ad acquistare alcune leggiere conoscenze di mineralogia, si votavano, una volta che l'avevano udito, allo studio di questa scienza, come al principale scopo della loro vita. Fu in tal modo che, in pochi anni, una piccola scuola delle miniere, fino allora sconosciuta in Europa, si elevò al livello di una grande Università, e che molti uomini già distinti nella scienza appresero la lingua tedesca ed accorsero dai paesi più lontani per sentire il grande oracolo della geologia. Con queste parole il Cuvier tesseva l'elogio del Werner, ed il Lyell soggiungeva che, quantunque naturalmente disposto ad una modestia eccessiva, rasentante quasi la timidezza, egli si abbandonò alle generalizzazioni più ardite e radicali, e seppe inspirare a tutti i suoi discepoli una fede cieca nelle sue dottrine, e che l'ammirazione di costoro per il suo genio ed i sentimenti di riconoscenza ed amicizia che essi tutti provavano per lui erano senza dubbio ben meritati.

Digitized by Google

Prima di passare al suo sistema geologico generale, che, come ho detto, bisogna ricostruire sui dati che ne lasciarono gli allievi, poichè il Werner non scrisse, come l'Hutton, la propria teoria della terra, volgiamo una rapida occhiata a' suoi lavori analitici. Qui veramente sta la sua gloria scientifica. Se l'Hutton fu il Newton della geologia, il Werner ne è stato il Linneo; e se il primo, come il grande astronomo inglese, seppe toccare le superne sfere della teoria, il secondo, come il grande naturalista svedese, non riuscì felice in fatto di speculazioni teoriche. Dal Werner data la classificazione litologica e stratigrafica, i cui rudimenti, se vi ricordate, riscontrammo appo gli arabi. Il geologo sassone fu un grande classificatore, mentre l'Hutton fu un grande spiegatore. Osservatori entrambi, chè senza l'osservazione le scienze naturali sarebbero lettera morta, lo scozzese osserva i fatti per trarne direttamente le spiegazioni generali, e li raccoglie per utilizzarli nelle vedute teoriche; il sassone invece osserva e raccoglie i fatti per studiarli partitamente con minutezza, per classificarli con metodo ordinato e per compararli fra di loro, onde cogliere le leggi delle loro variazioni. L'Hutton è per eccellenza eziologista, il Werner tassonomista: l'uno completa l'altro, e, come ho già detto poco fa, senza l'uno nè l'altro, noi geologi dell'oggi non avremmo trovata — scusate la banale espressione — tanta pappa fatta. Lasciando stare la classificazione mineralogica e quella litologica, che fanno adesso parte di due scienze distinte, ma sempre sussidiarie della geologia e da questa alla lor volta illuminate, vediamo la stratigrafica, proposta dal Werner. Si capisce *a priori* che tale classificazione doveva essere eminentemente litologica: la

Digitized by Google

paleontologia non era ancora sufficientemente sviluppata per essere, come ora, l'elemento classificativo essenziale. Il Werner non fece che introdurre il criterio tectologico e cronologico nella sua classificazione geognostica, e l'aver ciò fatto con metodo preciso e regolare è suo vanto esclusivo, benchè, in sostanza, il pensiero siasi, prima che alla sua, già affacciato alle menti dello Stenone, del Lehmann, dell'Arduino, del Ferber, del Fuchsel e del De Saussure.

Il concetto generale che il Werner aveva dell'architettura del globo era questo. Il globo è formato da grandi strati concentrici di materia minerale diversa per ciascuno: sono i *giacimenti generali* (*allgemeine Lagerstätte*), sia che avviluppino tutto il globo, sia che ne abbraccino solo una parte. I giacimenti generali si dividono alla lor volta in strati più sottili, talvolta di natura diversa, e spesso in posizione normale alla stratificazione; questi altri sono i *giacimenti particolari* (*besondere Lagerstätte*). Il granito, per esempio, è un giacimento generale; un filone metallico, che lo attraversi, è un giacimento particolare. Ciò posto, divideva cronologicamente le formazioni generali in quattro gruppi: roccie primitive, roccie transitorie, roccie secondarie, roccie nuove. Come vedete è ancora la classificazione del Lehmann e dell'Arduino, cui è aggiunto un altro membro: quello delle roccie transitorie. Importantissima è questa distinzione, come quella che separa dalle roccie primitive (archeano, arcaico, azoico, protozoico, ecc., dei moderni trattati) le paleozoiche, le quali, per il fatto che assomigliano litologicamente alle primitive, mentre contengono fossili al pari delle secondarie, sono dal Werner designate appunto col nome di roccie intermediarie o di transizione. Le roccie secondarie

Digitized by Google

e le nuove corrispondono ai nostri mesozoico e cenozoico; ed il Werner soleva comprenderle sotto la denominazione di *Flötz-rocks,* poichè egli credeva si presentassero sempre in istrati orizzontali, mentre le transitorie e le primitive erano sempre più o meno inclinate. Altre suddivisioni minori apportava poi nei quattro termini indicati, stabilendo in essi serie speciali, a seconda che nelle varie roccie prevaleva l'elemento calcareo, siliceo ed argilloso.

Studî più minuti fece il Werner sui *giacimenti particolari,* trovandosi egli in una regione che è la più ricca dell'Europa in filoni metalliferi, la cui coltivazione risale a tempi assai remoti. Il merito del nostro geologo su questo importantissimo punto della geologia è assolutamente eccezionale, e la ragione della fama in cui salì presso i contemporanei sta in gran parte qui. Imperocchè gli uomini più che della teoria sono amanti della pratica, e loro piacciono le miniere assai più di qualsiasi altro, per quanto magnifico, fenomeno geologico; pel fatto quindi che il Werner studiava splendidamente le sedi dei metalli ed insegnava il modo razionale di scavarli, tutti s'interessarono di lui con grande esplosione di gratitudine e di riverenza. Gratitudine e riverenza giustissima però e condivisa eziandio dai cultori della scienza, sui quali non ha presa il sentimento dell'interesse e della popolarità. Invero sono numerose ed originali le osservazioni che il Werner raccoglie sull'argomento dei filoni metalliferi, dei quali enumera le infinite modalità, le composizioni litologica e mineralogica, cogliendone felicemente le somiglianze e le differenze, i rapporti topografici, genetici, cronologici. È una monografia completa di classificazione e di comparazione, alla quale hanno

Digitized by Google

attinto, come a fonte comune ed inesauribile, tutti coloro che in questo secolo sonosi occupati di quell'alto soggetto scientifico-industriale ch'è la coltivazione delle miniere. Le leggi che egli ricava dall'esame attento dei filoni sono il frutto di una grande perspicacia d'ingegno e molte di esse furono confermate per sempre dalla scienza; altre furono il nocciolo di ricerche ulteriori e condussero alla scoperta di nuove leggi di non minore importanza. Specialmente il duplice criterio dell'età relativa e della direzione dei filoni, che il Werner annuncia per la prima volta, costituisce per lui un alto titolo di gloria, come quello che, sviluppato dipoi su scala più larga e con elementi più sicuri, portò a magnifiche vedute nella evoluzione orogenica.

Minerali, roccie, strati, filoni sono adunque altrettanti grandiosi capisaldi dell'analisi werneriana, madre di tutta l'analisi geologica del secolo decimonono. Vediamo adesso come siasi comportato il nostro eroe colla sintesi. Ho già detto che per essa il Werner mostrò poca tenerezza, ed il fatto è spiegabile in chi aveva, e giustamente, per diritto storico, tanta sete d'analisi. Costretto tuttavia dalla posizione eminente e dalla costumanza generale, dovette anch'egli professare la sua brava sintesi geologica; affrontare, cioè, gli oscuri problemi delle cause e delle origini. In ciò troviamo il suo lato debole. L'Hutton, su questo terreno, è incomparabilmente più avanti di lui. Il difetto principale del Werner, in fatto di generalizzazioni teoriche, dipese assai dal non aver viaggiato. Sicuro de' suoi studî minutissimi e coscienziosi sui terreni del proprio paese egli si credette altrettanto sicuro di estendere ai terreni di tutto il mondo le conseguenze che aveva tratto da

Digitized by Google

quelli. Ma ognun vede quanto fosse inconsulta siffatta pretesa. Da qui la grettezza, l'esclusivismo, l'imperfezione del sistema geologico nettunistico che da lui prese il nome, e che, i soliti teologicanti d'ogni epoca e d'ogni paese, abbracciarono entusiasticamente colla speranza di abbattere i sistemi positivi dei plutonisti. Col nome del Werner sperarono offuscare quello dell'Hutton: sperarono di abbattere, adoperando come ariete l'autorità del professore di Freiberg, la fortezza innalzata dal dottore di Edimburgo. Ma, poveretti, si sono scalmanati, hanno sudato invano! Gli stessi migliori allievi del Werner, percorrendo in vario senso il mondo, finirono per abbandonare certi principî teorici la cui debolezza forse il maestro stesso aveva loro dichiarato. Il De Buch e l'Humboldt, per non citare che i più illustri, facendo quel che non aveva fatto il loro maestro, e, cioè, perlustrando regioni più vaste e più svariate, di quel che non sia la Germania centrale, finirono per accettare molte proposizioni plutonistiche, che alla loro scuola parvero sempre eresie da schivarsi, come si scansa un appestato. Epperò il Lyell, alludendo al Werner ed al suo sistema nettunistico, osservava molto opportunamente che, se è vero che l'eloquenza sia la prima, la seconda e la terza delle qualità necessarie ad un oratore popolare, è non meno certo che i viaggi sono la prima, la seconda e la terza delle condizioni indispensabili per acquistare nozioni giuste ed estese sulla struttura del nostro globo.

Eccovi in breve il sistema werneriano: supponete di leggerlo sovra un telegramma. Come punto di partenza esso ammette una originaria superficie terrestre, solida, solcata da ineguaglianze d'ogni sorta: alture, piani e bas-

Digitized by Google

sifondi. Un grande oceano, che contiene in dissoluzione od in sospensione tutti gli elementi chimici necessarî alla costituzione dei minerali e delle roccie, avvolgeva quello scheletro di crosta. Col procedere del tempo gli elementi andavano gradatamente precipitando e deponendosi: ogni precipitato ed ogni deposito costituiva uno strato che si modellava sul fondo dell'oceano. Avendo il gran mare caotico più volte cambiata natura, ne venne di conseguenza che formaronsi più strati concentrici composti da diverse qualità di roccie. Primi a precipitare, innanzi che comparisse la vita, furono i graniti, i gneiss e le altre roccie schistose cristalline, costituendo così i terreni primitivi. Poscia le acque cominciarono a scemar di livello e seguirono depositi in parte chimici ed in parte meccanici, formanti i terreni di transizione. Ma la diminuzione del mare proseguiva continuamente; le parti in rilievo trovaronsi presto all'asciutto e da quel momento i terreni si deposero meccanicamente in seno alle acque ed invece di avviluppare tutto il globo costituirono una specie di mantello attorno alle prominenze, dando luogo ai terreni secondarî e terziarî. A questo modo originaronsi tutte le roccie: dai graniti alle argille, dai basalti ai calcari; il parallelismo degli strati conservossi costante, salvo nei casi in cui fra una precipitazione e l'altra intervenne un'azione degradante; i primi a deporsi (primitivi e transitorî) riuscirono prevalentemente inclinati perchè s' adattarono alle ineguaglianze preesistenti; gli ultimi (secondarî e terziarî) riuscirono prevalentemente orizzontali, perchè s'accumularono in bacini. La consolidazione di tutti gli strati avvenne per una specie di metamorfismo idrochimico, ossia per l'infiltrazione nelle masse depositate di

Digitized by Google

certe sostanze disciolte che funzionarono da cemento. Il ritiro graduale dell'oceano ebbe luogo, non perchè le acque furono inghiottite da caverne sotterranee, come pretendevano i vecchi nettunisti, ma per ripetute sottrazioni operate probabilmente da qualche corpo celeste passato in prossimità della terra. I filoni, infine, si formarono per screpolature che si aprirono nei terreni mentre si consolidavano, e che furono in seguito riempite, dall'alto in basso, dai prodotti chimici abbandonati dalle acque. Come vedete, l'acqua è pel Werner la matrice d'ogni cosa: il suo sistema è nettunistico nel senso più ristretto della parola: però, a differenza degli altri sistemi dell'istessa categoria, esso non ammette brusche rivoluzioni, improvvisi aumenti od improvvise diminuzioni del liquido elemento: il ritiro del grande oceano universale avviene lentamente; gli strati si depositano lentamente e lentamente si arriva all'ordine attuale di cose. L'idea uniformistica è dunque radicata anche nella mente del Werner; il suo può dirsi un nettunismo uniformistico.

Non mi fermerò ora a farvi notare le differenze che corrono fra i due sistemi: quello dell'Hutton e quello del Werner. Voi stessi le avrete colte a volo. Avrete notato che nel sistema di quest'ultimo quel calore terrestre, che ha tanta parte nel sistema del primo, non è affatto accennato. Assolutamente il geologo di Freiberg non voleva saperne: figuratevi che piuttosto di ritenere, come l'Hutton, il carbon fossile prodotto dall'alterazione avvenuta nelle sostanze vegetali, sepolte entro terra, per effetto del calore e della pressione, attribuiva il processo alla azione dell'acido solforico, l'esistenza del quale egli de-

Digitized by Google

duceva dalle piriti che si trovano in abbondanza associate al combustibile minerale. E sapete come spiegava i fenomeni vulcanici attuali? Supponendo immensi incendî sotterranei di carbon fossile, di ligniti e di materie solforose e bituminose! Eppoi, chi non vede quanto sia meschina la spiegazione dei fenomeni tectonici proposta dal Werner, in confronto a quella avanzata dall'Hutton! Dal ritiro del mare all'oscillazione delle terre corre un abisso. Ma i nettunisti non volevano saperne anche di questi fenomeni di movimento, che pur sono la chiave di volta della geologia stratigrafica. I continenti che si muovono: ah! ciò non può essere, gridavano i nettunisti: è il mare che si ritira: la terra non per nulla si suol dire terraferma! Ed il D'Aubuisson, un valente quanto feroce werneriano, ridendosi di quei che ammettevano il movimento degli strati, esclamava: « Siamo già in fastidio per fare abbassare il livello dei mari che, in fin de' conti, è mobile, e ci si vuol proporre di fare abbassare quello della terra che è solido e stabile! » Ma la verità in tale questione, durata tanto tempo, alla perfine trionfò. Gli esperimenti, e non le chiacchiere, dovevano intervenire a decidere la cosa, e già fin dal 1731 il Celsius ed il Linneo, che professavano l'idea nettunista, si domandarono: Se provassimo a far dei segni sul litorale, non potrebbe darsi di trovare una buona conferma che il mare diminuisce? Detto fatto: intagliarono a fior d'acqua la roccia che attornia il Baltico, e così, con questa semplice esperienza, porsero il mezzo ai loro successori di constatare l'opposto, e cioè la graduale elevazione del litorale svedese. È bensì vero che oggigiorno tal fatto locale è impugnato da varî geologi col Suess alla testa: ma, comunque siano le cose,

Digitized by Google

è altrettanto vero che l'idea prima dei grandi movimenti della scorza terrestre nacque dalla spiegazione plutonistica data al fenomeno scandinavo.

Frattanto seguitavano i nettunisti a litigare coi plutonisti. Dopo che l'Hutton ed il Werner ebbero messo fuori i loro sistemi, la guerra si fece più accanita, perchè ciascuno dei due partiti credette di avere le armi più perfezionate dell'avversario. L'edimburghese Murray, esaminando i due sistemi geologici, diede addosso ferocemente a quello del suo concittadino. E dove la pugna si faceva più feroce era naturalmente nei punti sui quali era meno facile l'intendersi: l'origine del basalto, per esempio, che i plutonisti riferivano a vulcani sottomarini ed i nettunisti a precipitati chimici, accalorava maggiormente la zuffa. Quest'ultimi anzi, sulle traccie del Werner, si spingevano a dire che il basalto è la più recente di tutte le roccie sedimentari, e che una volta ricopriva tutto il globo: fu l'erosione acquea che ne limitò l'esistenza solo a certi punti della superficie. I plutonisti però seguitavano a guadagnare terreno a furia di porre innanzi fatti e niente altro che fatti: i nettunisti, ostinati, difendevano ad oltranza i loro presidî. Ma la resistenza alla verità non può durare molto tempo: poco per volta i migliori nettunisti si ridussero ad un ragionevole eclettismo. I peggiori, tra i quali prevalevano, come sempre, quei che d'ogni scienza vogliono trarne uno sgabello per la religione, si fecero invece più intransigenti e più battaglieri, ed in mancanza di fatti scientifici, ricorsero ad ogni arma: persecuzione, calunnia, ridicolo, nulla lasciarono d'intentato per soffocare il plutonismo. Oh! se avessero potuto usare ancora della Inquisizione di dolcissima me-

Digitized by Google

moria! Qual mezzo più spicciativo per far trionfare i proprî sistemi? Ma le condizioni erano mutate: la bufera provvidenziale della Rivoluzione francese aveva purgata l'aria: la prepotenza chiesastica, come ogni sorta di tirannia, aveva fatto il suo tempo.

I plutonisti, dal loro canto, attaccati così atrocemente, non sempre seppero mantenersi calmi, e talora anch'essi si lasciarono trascinare ad esagerazioni. Il pubblico cominciò a divertirsi nel vedere i geologi alle prese tra di loro, come tanti eroi di Omero; i poeti, gli umoristi, i buontemponi ebbero un gusto matto a scherzare sui poveri studiosi della terra. Sarebbe un curioso documento il raccogliere tutto quanto fu scritto in quell'epoca per dileggiare i geologi. Ancora qui c'è materia per farne una conferenza allegra, e ne varrebbe proprio la pena. Dell'antipatia del Voltaire pei geologi v'ho già parlato la scorsa volta, quando vi dissi che il grande scrittore francese, piuttosto che sottoscrivere alle teorie cosmogoniche in voga al suo tempo, la maggioranza delle quali veniva spacciata con fini religiosi che a lui, naturalmente, seccavano, fecesi a sostenere che, dei varî fossili, le conchiglie erano cadute dai sarrocchini de' romei in viaggio per Roma o la Palestina, o provenivano da qualche stagno vicino o dalle lumache che abbondano nelle campagne; gli ossami rappresentavano gli avanzi dispersi delle raccolte di qualche amatore di osteologia; ed i pesci altro non erano che rifiuti delle mense degli antichi, buttati via perchè guastatisi prima di essere cucinati, e quei pesci fossili che trovansi nel cuore delle Alpi per lo stesso motivo furono dispersi dai viaggiatori, i quali ne facevano commercio, trasportandoli da un paese all'altro. Il Voltaire

Digitized by Google

paragonava poi i geologi al pubblico dei teatri, dicendo che sforzavano il mondo a presentar loro spettacoli continui, e soggiungeva: « Ciascuno d'essi distrugge e rifabbrica la terra a modo suo: come se nulla fosse si sono messi al posto di Dio, e creano gli universi con una parola ». Un poeta inglese, il Cowper, l'aveva amara anche lui coi geologi, specie cogli huttoniani, e diceva: « Essi pongon mano alla terra, perforano la solida crosta, e dai suoi strati cavano un registro il quale c'insegna che Colui che fabbricò il nostro globo, consegnandone la fede di nascita a Mosè, si è sbagliato circa la sua età ». Il povero Hutton fece eziandio le spese dei caricaturisti: lo dipingevano in mille guise, e come i caricaturisti moderni hanno rappresentato il Sella cogli scarponi alpinistici, così quei di un secolo fa disegnarono l'Hutton con un grosso martello in mano in atto di demolire le più alte rupi. Nei ritratti del Kay, dove sono colpiti fedelmente i caratteri distintivi della società edimburghese della fine del settecento, l'Hutton ed il suo amico Black, rinomatissimo fisico, compaiono spesso. In un quadro si veggono assisi entrambi ad un banchetto in atteggiamento di divorare lumache: l'artista certamente voleva con queste rappresentare i fossili. In un altro quadro, che somiglia ad un'incisione del Dorè sull'Inferno dantesco, l'Hutton affronta, coll'indivisibile martello, una parete rocciosa, le cui asperità rappresentano tante figure umane, probabilmente i suoi avversarî, che lo guardano sogghignando. L'autore del *Waverley* tirò anche lui la sua brava frecciata ai geologi: quando Meg Dods fa l'elenco delle varie qualità di persone che lady Penelope condusse da Edimburgo, essa non dimentica « coloro che corrono come matti per monti e per

Digitized by Google

valli, e spaccano le pietre coi martelli per vedere come è fatto l'universo ». E da quell'epoca in poi, per molto tempo, i geologi furono canzonati, e trattati proprio come persone degne del manicomio. S'inventò persino il motto che due geologi non potevano incontrarsi per via senza ridersi in faccia, come due auguri antichi. E questa espressione fu ripetuta anche più tardi da coloro che ignoravano i progressi fatti dalla scienza. Scrisse il Gosse: « La geologia, come ognun sa, è divenuta il testo d'una folla di teorie assai contraffatte, per modo che al giorno d'oggi, in cui si fa la scienza più coll'immaginazione che coll'esperimento, due geologi non possono più guardarsi senza ridere, e ne han donde! » Perfino il sommo Cuvier, nel suo *Rapporto sui progressi naturali delle scienze naturali,* steso nel 1808 per ordine espresso di Napoleone I, aveva notato che la storia della terra « si era cambiata in un tessuto d'ipotesi tanto vane, che il nome stesso di geologia non poteva ormai più proferirsi senza far ridere ».

A questo stato di eccitamento d'animi da una parte e di fiero motteggio dall'altra, le scienze geologiche dovevano subire una profonda modificazione. Le teorie, i sistemi cominciarono a venire in uggia a tutti. Si capì ch'era troppo immatura una sintesi sulla storia della terra. L'Hutton aveva cominciato a limitare la geologia: il Werner a ridurla essenzialmente ad una scienza di osservazione. Contemporaneamente altri studiosi, lungi dal buttarsi a corpo perduto nelle controversie, si trassero in disparte, intenti solo a raccogliere, ad osservare, a studiare. Così le scienze geologiche, perdendo sempre più quel carattere filosofico, eziologico, ch'ebbero fino

Digitized by Google

allora, assumettero quello analitico, comparativo. Ai viaggiatori ed osservatori della metà del settecento, succedettero altri viaggiatori ed osservatori che, sotto gli auspicî veri dell'Hutton e del Werner, rinnovarono la geologia dalla radice. Non è a dire quindi quante modificazioni venissero apportate d'allora in poi alle teorie geologiche; le due scuôle, dianzi distinte, si confusero in una quantità di gradazioni diverse; nessuna teoria parve soddisfacente, ed una stessa persona mutava parere a breve distanza di tempo. La nuova generazione, spettatrice di questa rivoluzione nelle idee geologiche, di questa vera *débacle* di teorie e di sistemi, messi in fuga dall'esercito sempre avanzantesi dei fatti reali, venne su di conseguenza con una forte antipatia per tutto ciò che che sapeva di speculazione teorica. « Vogliamo i fatti e non altro che i fatti » parve il grido di guerra, la parola d'ordine dei geologi ai quali s'affacciò, gravido di promesse, il secolo nostro. Ed eccovi accorrere sotto la nuova bandiera una folla di valorosi, tra i quali, oltre i già ricordati, brillano i nomi del Pallas, del De Saussure, del Dolomieu, del Giraud-Soulavie, del Soldani, dello Spallanzani, dello Smith, dell'Hall, del Faujas e del Montlosier. Ed a questi dovevano immediatamente seguire altri valorosi, coi quali vi farò fare conoscenza nella ventura conferenza.

V.

Con poche parole sui geologi osservatori e viaggiatori della fine del secolo scorso, terminerò stasera. Ho detto dunque che, per reazione agli eccessi delle lotte

Digitized by Google

fra nettunisti e plutonisti, la maggior parte degli studiosi divenne nemica delle speculazioni astratte, e si dedicò interamente allo studio dei fatti. Nel frattempo la fisica e la chimica si costituirono discipline a parte, e così pure la mineralogia che è un'applicazione d'entrambe. Anche la geologia si frazionò in varie branche: roccie, fossili, strati, vulcani, terremoti, acqua, atmosfera e via dicendo, si cominciarono a studiare separatamente con processi speciali. I viaggi allargarono enormemente l'ambito delle conoscenze geologiche e fecero conoscere molti e molti fenomeni, che per lo addietro non si sarebbero manco sognati. L'Elie de Beaumont dice che la data della *moda dei viaggi* in Europa, è segnata sulla famosa pietra *degli inglesi,* presso la Mer de glace, un blocco di granito sul quale sono incisi i nomi del Pocock e del Windham, che nel 1741 visitarono i ghiacciai del monte Bianco. Fino a quell' epoca, narra il celebre geologo francese, i viaggiatori non osavano punto allontanarsi dalle città e dalle grandi strade, ed andare in contrade discoste, come la Savoia, che pure erano abitate da numerosa ed intelligente popolazione. I nostri due inglesi raccontano come fossero andati a Chamounix; come essi piantassero le loro tende fuori del villaggio; come il loro viaggio paresse straordinario agli abitanti della vallata, stupefatti della curiosità che conduceva ad essi questi forestieri; e come, dal canto loro, i viaggiatori non s'appressassero agli abitanti che con un certo qual timore. Alla fine tuttavia fecero conoscenza col priore di Chamounix, e fu allora che visitarono i ghiacciai del monte Bianco, specie di scoperta della quale essi parlano su per giù come Cook racconta le sue nelle isole del mare del Sud.

Digitized by Google

Fra i geologi viaggiatori troviamo, in prima linea, Pietro Simone Pallas. Nato a Berlino nel 1741, studiò a Leida e nel 1768 partì colla spedizione scientifica che, per ordine dell'imperatrice di Russia, Caterina II, andava in Siberia ad osservare il passaggio di Venere sul sole, che doveva aver luogo l'anno seguente. Il viaggio durò sei anni e furono sei anni di fatiche continuate, di stenti inauditi; malgrado ciò il Pallas esplorò attentamente quella inospite regione, dagli Urali alla frontiera chinese, e, noncurante del freddo, della fame, dei malanni, seguitò ad arrampicarsi sulle roccie più brulle, a passar torrenti a guado, a traversar boschi fittissimi, aprendosi colla scure il cammino. Ma come tornossene fisicamente cambiato! Era partito pieno di forze e di salute: il 20 luglio 1774 rientrava a Pietroburgo coi capelli bianchi, invecchiato di cinquant'anni, colla vista minacciata da oftalmie pericolose, coll'organismo consunto da gravi disenterie. Cionullameno volle mettersi al lavoro per scrivere la relazione del gran viaggio; l'imperatrice gli fece dono di due villaggi in Crimea, ed egli vi si ritirò per quindici anni a riordinare gli studî compiuti. Indi tornò a Berlino, ove morì l'8 settembre 1811, dopo aver fatto qualche altro viaggetto in Russia, in Francia ed in Italia. Tanto sacrificio per la scienza nessuno sopportò come lui. E la geologia, tra le altre discipline naturali, gli deve preziosissime scoperte. La divisione stratigrafica in roccie granitiche, schistose e calcaree egli constatò in Siberia, e la descrisse prima ancora che il Werner parlasse. Ma la sua maggior gloria si fu la scoperta e la descrizione di tutti quegli ossami fossili d'elefanti, di rinoceronti, di bufali e d'altri grossi quadrupedi che giacciono sepolti

Digitized by Google

in quelle nordiche contrade. Notevole eziandio fu il grosso areolito che il Pallas trovò presso Jenisseï, e che i Tartari stessi indicavano siccome caduto dal cielo.

Altro geologo viaggiatore di meriti grandissimi fu Orazio Benedetto De Saussure. Egli è il vero precursore di quella folla d'alpinisti d'ogni nazione, che da quarant'anni si va esercitando sulle nostre Alpi, ed a sua volta è il continuatore di quello Scheuchzer, che, nonostante gli errori geologici, fu però un grande escursionista, raccoglitore ed osservatore. Nato a Ginevra il 17 febbraio 1740, il De Saussure a diciotto anni aveva già percorse più volte ed in varie direzioni le montagne del suo paese. A venti tentò audacemente di scalare il Monte Bianco, ma vi riuscì solo più tardi e precisamente il 3 agosto 1787 (non il 21 luglio 1788, come asseverano taluni), dopo tre giornate campali di alpinismo veramente classico. Traversò le Alpi ben quattordici volte e sempre per valichi differenti; nè bastando a' suoi garretti ed a' suoi occhi il gran colosso alpino, percorse eziandio il Giura, i Vosgi e le montagne della Germania, della Francia, dell'Inghilterra e dell'Italia. Morì nel 1799. Nell'opera grandiosa: *Viaggio nelle Alpi,* egli raccolse il frutto di queste lunghe peregrinazioni. Ivi — frammezzo ad un forte sentimento della natura, che spira ad ogni riga, ad un potente entusiasmo per le montagne, che scoppia ogni quando con frasi magnifiche — troviamo elementi preziosi per tutte le scienze naturali. La geologia vi tiene il primo posto. Vi sono in abbondanza fatti litologici, stratigrafici, paleontologici, geodinamici; ma questi fatti non figurano come in un semplice catalogo: sono coordinati, comparati fra di loro, sono discussi e

Digitized by Google

spiegati, per modo che ci si presenta non il solo viaggiatore e l'osservatore, ma eziandio il teorico valente che scopre e dilucida importantissime leggi. Ho già detto più su qualcosa del De Saussure, paragonandolo al suo contemporaneo De Luc, che, sebbene sia stato un nettunista de' più arrabbiati, pure merita di essere ricordato anche lui pe' suoi viaggi reiterati e per le sue molteplici osservazioni. Dirò adesso che la geologia alpina data dal De Saussure; egli invero fu il primo a tentare il gran problema delle formazioni geologiche costituenti le Alpi; i fatti da lui raccolti sono immensi, e gli diedero agio di ampliare e di correggere parecchie idee che timidamente avevano messe avanti i suoi predecessori, od incompletamente accennavano i suoi contemporanei. In fatto di stratigrafia, per esempio, spiegò gli strati raddrizzati, ricorrendo per la prima volta al corrugamento per pressioni laterali. Ma io non posso qui entrare in esame dettagliato dell' opera del celebre ginevrino, cui meritamente quei di Chamounix eressero sei anni fa una statua in bronzo; per la centesima volta ripeto che per ciò fare mi occorrerebbe una conferenza su ciascun personaggio.

Un tipo bellissimo di geologo, dalla vita avventurosa, fu Silvano Tancredi de Gratet de Dolomieu, nato nello stesso anno in cui vide la luce il sommo Werner. Doveva fare la carriera militare, ma, un bel giorno, ucciso un compagno in duello, fu messo in prigione. Nella solitudine di questo studio di nuovo genere, lesse avidamente libri di fisica, di geologia e di mineralogia, e s' innamorò cotanto di queste scienze, che, appena uscito dal carcere, con un martello in mano ed un sacco in ispalla, diedesi a girare i Pirenei e le Alpi, il Portogallo e le

Deodat.

Digitized by Google

Due Sicilie. Il lungo viaggio gli fu anche propizio, perchè la sua qualità di nobile, durante il Terrore, gli sarebbe certo costata ben cara. Nel 1797 s' imbarcò colla spedizione dell'Egitto, ma questo secondo viaggio non riuscì felicemente: gettato dalla tempesta sulle coste del reame di Napoli, fu preso ed imprigionato. Nel nuovo carcere, privo di tutto, seppe nullameno scrivere, con pezzettini di legno affumicati alla sua lampada, e sui margini di tre libri sottratti ai carcerieri, un *Trattato di filosofia mineralogica*. Liberato dopo due anni, potè tornare a Parigi, ove gli fu data nel 1800 la cattedra di mineralogia al Museo, ma, in capo a pochi mesi, una malattia acuta lo uccideva a soli cinquantun anni d'età. I servigi resi da quest' uomo prodigioso alle scienze geologiche, e specialmente alla causa vulcanistica, sono veramente grandi. Nell'Alvernia, nella Sicilia, nel Vicentino, nel Tirolo ed altrove, egli scoprì le prove dell'antica azione vulcanica e questa descrisse in maniera assai persuasiva. Contemporaneamente a lui, continuatori ed emuli della scuola del Guettard e del Desmarest, troviamo il Montlosier, che fece splendidi studî sui vulcani dell'Alvernia, ed il Faujas de Saint-Fond, che descrisse minutamente le formazioni basaltiche del Vivarese e del Velay, la cui origine vulcanica è patente. Quest'ultimo fu il primo titolare della cattedra di geologia stabilita al Museo di Parigi nel 1802, e cominciò il suo corso con una prelezione dal titolo: *Lo stato attuale della geologia*. Altri studî sui basalti, diretti a confermarne la natura vulcanica, in opposizione alle dottrine dei nettunisti, apparvero in quell'epoca nelle diverse nazioni. Il Banks, il Solander ed il Troil paragonarono nel 1772 il basalto colonnare del-

Digitized by Google

l'Ecla con quello delle Ebridi; il Collini, nel 1774, riconobbe la vera natura delle roccie ignee sulle sponde del Reno, tra Andernach e Bonn; il Voigt, non appena furono divulgate le idee werneriane, fecesi ad impugnarle a proposito dei basalti della Selva Turingia.

La Francia vanta ancora, nell'ultimo quarto del secolo scorso, un altro geologo, altrettanto poco conosciuto quanto meritevole d'essere ricordato ed onorato, poichè, come il nostro Arduino, fu giudizioso vulcanista e stratigrafo al tempo istesso. Intendo parlare del Giraud-Soulavie, il quale, nella sua *Storia naturale della Francia meridionale* — pubblicata tra il 1780 e l'84, ma preceduta da un'altra memoria e di cui alcune parti furono rese di pubblica ragione qualche anno prima — espose così belle nozioni di geologia e così originali vedute che, se si tien conto dell'epoca in cui scriveva, del paese cui limitò le sue osservazioni e della iniziativa affatto privata delle sue faticose ricerche, nessuno può a meno, leggendole, di restarne altamente meravigliato. Il Giraud-Soulavie è proprio uno dei tipi più interessanti di quei *geologi precursori,* sui quali tornerebbe molto opportuno ed istruttivo uno studio profondo e coscienzioso. La sua opera consta di sette volumi con carte e disegni geologici, ed in essa tanto la parte stratigrafica-paleontologica quanto la vulcanistica sono estesamente trattate. Nella classificazione cronologica ch'egli propone dei terreni prende a guida i fossili, col medesimo principio che pochi anni appresso dovrà immortalare i nomi dello Smith e del Brongniart. Con tale scorta stabilisce cinque epoche successive nelle formazioni della regione da lui studiata: nella prima mette i calcari i cui fossili non hanno affatto analoghi

Digitized by Google

viventi; nella seconda pone i calcari nei quali i fossili di specie estinte si associano ad altri di specie aventi le analoghe tra le attuali; nella terza i calcari con conchiglie di specie recenti, i cui discendenti vivono ancora ne' nostri mari; nella quarta certi schisti ad impronte vegetali, e nella quinta le puddinghe e le breccie con resti d'elefanti e d'altri quadrupedi. « Ecco », egli scrive, « il compendio generale che offrono le cime delle nostre montagne antiche del Vivarese e le pianure recenti del Rodano, che bagna il limite inferiore della provincia. Il progresso dei tempi, e sopratutto le osservazioni più lunghe, le vedute più estese moltiplicheranno le epoche e riempiranno le lacune.... Tutti i fatti subalterni intermediarî saranno un giorno sviluppati ed allogati gli uni appresso agli altri secondo l'ordine dei tempi, come si distingue, nella istoria civile degli imperi, quella d'un re da quella del suo successore.... ».

Ma il nostro geologo non si limita soltanto al vero concetto della geologia stratigrafica: egli si spinge per di più al concetto di pura paleontologia, elevandosi alla comprensione dello sviluppo evoluzionistico degli esseri lungo i tempi geologici. Ed in questo concetto — che si rannoda al pensiero filosofico di Anassimandro e di Empedocle, e ripristina le convinzioni del Leibniz e del De Maillet — il Giraud-Soulavie è certo superiore allo Smith ed al Brongniart ed a tutti i paleontologi della scuola del Cuvier. Sono parecchie e molto acute le osservazioni che egli fa a questo riguardo, stabilendo la successione cronologica dei varî organismi fossili e tentando una specie di genealogia dei medesimi, col dire che le tali forme precedettero le tali altre, e che le tali forme derivarono

Digitized by Google

dalle tali altre. Eccovi testualmente la sua osservazione capitale: « Tanto fra i vegetali quanto fra gli animali la natura ha moltiplicato le loro famiglie, e le ha sempre perfezionate di più in più, operando dapprima il più semplice ed in seguito il più composto ». Che ve ne pare, uditori cortesi? E difatti nella sua catena di successione egli pone gli organismi più semplici per i primi, ed i più complicati in seguito, fino al coronamento della scala organica dato dall'uomo. E conclude con splendido vaticinio: « Se queste osservazioni, che io ho fatte nel Vivarese, verranno confermate in altre provincie, ne risulterà una storia cronologica degli animali fossili e viventi, stabilita da *fatti incontestabili* ». — Ed è proprio avvenuto così!

Anche nella parte vulcanistica il Giraud-Soulavie raccoglie molte osservazioni, non meno sagaci e giudiziose. Riconosce la natura eruttiva del basalto, e, ricercando le relazioni fra le roccie vulcaniche e le calcaree, precorre il De Buch, sostenendo che il sollevamento di queste è dovuto all'uscita di quelle. Con abbondanza di particolari descrive i vulcani estinti della Francia centrale, ed anche a questi fenomeni applica la nozione del tempo, tentandone una cronologia. A parer suo si ebbero sei epoche di eruzioni, e di ciascuna rintraccia le prove con procedimenti dei quali oggigiorno si potrebbe menomare l'esattezza, ma non certamente il merito eccezionale di essere stati iniziati quando intorno al vulcanismo si avevano idee, o ben limitate, o false addirittura. Per tutti gli esposti motivi adunque — che a voi come a me parranno di peso — è giusto, è doveroso collocare tra i pionieri della geologia, accanto ai nomi più noti, anche quello del Soulavie.

Digitized by Google

L'Italia conta sulla fine del secolo passato, oltre ai già accennati più addietro, ed a parecchi altri che troppo lungo sarebbe il nominare, quattro geologi valorosi, della scuola appunto osservatrice e viaggiatrice: Ambrogio Soldani, Lazzaro Spallanzani, Ermenegildo Pini e Scipione Breislak. Il primo, nato a Prato Vecchio (Casentino) nel 1736 e morto a Firenze nel 1808, coronò splendidamente l'opera iniziata dal Beccari e dal Bianchi, e forma con essi, come ho detto, la triade benemerita fondatrice della paleontologia microscopica. Egli dedicò tutta la vita a cercare nei varî depositi sabbiosi e marnosi dell'intera Toscana i fossili minimi, non lasciando intentato alcun angolo della vasta regione. Ma, come disse il Brocchi, egli non era un semplice raccoglitore, nè sempre vedeva attraverso il microscopio: sapeva osservare la natura più in grande, e mentre andava in traccia di quelle minuzie, si occupava in pari tempo ad esaminare l'indole dei terreni, la qualità delle roccie, la struttura delle montagne, e prendeva contezza di tutti gli altri fossili che potevano contribuire a dilucidare vieppiù la storia fisica di quei paesi. Colle fossili studiò le forme viventi d'acqua dolce e marina, e il tutto consegnò alla sua magistrale opera: *Testacographia et zoophytographia parva et microscopica,* a stampar la quale, ricca di numerose tavole, occorsero dieci anni. Ma gl'italiani non si mostrarono troppo favorevoli a quest'opera, che tant'anni di studio indefesso e di pazientissime ricerche era costata al suo autore, e l'accolsero con molta indifferenza, per il che il Soldani s'accorò, ed in un giorno di cattivo umore deliberò di bruciare gran parte dei fogli del secondo volume, consegnando ad un calderaio le in-

Digitized by Google

cisioni dell'opera. La quale fu poi finita di stampare nell'anno 1797, l'anno istesso in cui usciva l'ultimo volume del celebrato *Viaggio nelle Due Sicilie* dello Spallanzani.

Nato a Scandiano (Modenese) nel 1729, Lazzaro Spallanzani s'acquistò un nome grandissimo nelle scienze naturali, cui si votò interamente dopo aver professato con successo letteratura e filosofia. L'università di Pavia gli offrì la cattedra di scienze naturali, ch'egli accettò, e d'allora in poi, benchè avanzato negli anni, incominciò quella serie di viaggi che resteranno il documento più bello della sua attività scientifica. Nel 1779 viaggiò tutta la Svizzera ed esplorò la costiera mediterranea da Marsiglia a Genova, nonchè le regioni finitime; nel 1785 andò a Costantinopoli coll'ambasciatore della repubblica veneta, e nel ritorno visitò tutta la regione balcanica e la Germania: più tardi recossi nelle Due Sicilie allo scopo di studiare i vulcani. Su questi ultimi fece studî originali ed importanti: aveva già sessanta primavere sulle spalle e s'arrischiava ancora, come un giovanotto, sul Vesuvio, sullo Stromboli, sull'Etna, non badando a pericoli, desideroso soltanto, come già Empedocle e Plinio, di strappare qualche segreto a quelle poderose valvole del globo. Sullo Stromboli compiè atti di vero coraggio: studiò il processo ritmico delle eruzioni con grave rischio della vita, riparandosi in una grotta durante gli scoppî ed uscendone subito dopo a verificare che cosa era succeduto. Al suo occhio indagatore niun fenomeno sfuggì e la sua penna ornata, consegnandone i particolari ad un'opera immortale, diede ai naturalisti, ed ai geologi specialmente, una miniera feconda da coltivarsi in ogni tempo, ed anche oggigiorno, con vero profitto.

Digitized by Google

Il Pini ed il Breislak furono i due rappresentanti italiani delle opposte scuole: nettunistica e plutonistica. Ermenegildo Pini, nato a Milano nel 1739 e mortovi nel 1820, fu consigliere delle miniere durante il Regno italico e direttore d'un Museo di storia naturale: si occupò quindi in modo speciale degli studî sulle miniere e della raccolta di oggetti naturali. Viaggiò l'Italia, perlustrando specialmente la regione del Lago Maggiore, l'isola d'Elba, gli Appennini, i dintorni di Roma e di Napoli ed altre parti del Mezzogiorno; e tali escursioni gli diedero materia per molte e svariate memorie, dove, anche in fatto di geologia, dimostrò perfette cognizioni, e fece scoperte di altissimo valore. Ma se fu felice nelle ricerche d'analisi, altrettanto non fu nelle idee generali, essendo egli stato uno dei nettunisti più esagerati: anzi, più diluvianista che nettunista. Sua idea fissa fu quella di conciliare le grandi scoperte, che si venivano man mano facendo dai geologi, colla tradizione del diluvio noetico, e a tal uopo dettò dal 1790 al 1811 una serie di appositi scrittarelli, il più importante dei quali apparve nel 1792 con questo titolo prolisso: *Una generale, straordinaria e breve inondazione del globo terrestre, come unica cagione delle rivoluzioni che, per l'azione dell'acqua, v'intervennero da che fu abitato.* In questo e negli altri scritti il Pini combattè acerbamente i plutonisti, sostenendo che i graniti ed i porfidi lombardi sono stratificati ed hanno origine acquea, e prendendo specialmente di mira le opere del Breislak; nè lasciò incolumi gli stessi nettunisti che non la pensavano come lui, e, fra le altre, criticò la teorica diluviana del suo contemporaneo De Luc.

Io non insisterò oltre su queste follie, veramente de-

Digitized by Google

plorevoli in uno scienziato d'alti meriti, vissuto quando i più urgenti problemi geologici avevano già trovata la loro naturale spiegazione. Facendo le dovute proporzioni, occorre giudicare il Pini alla stessa stregua del Werner, separando, cioè, il geologo specialista dal geologo eziologista: ciò che d'altronde devesi fare per molti diluvianisti, come il Woodward, lo Scheuchzer, il De Luc ed altri ancora. Se poi si pensa che il Pini era un barnabita, la cosa si capisce facilmente: ma a questo riguardo torna in acconcio una piccola osservazione. Tutte le religioni furono nocive allo sviluppo delle scienze, perchè, come è ovvio, la scienza rappresentò sempre un pericolo permanente per la credenza. Vedemmo, infatti, anche noi come le cosmogonie orientali ed egiziane, fatte monopolio dei preti, siano state mantenute a bella posta ad un vile livello, e come quei primi preti, studiosissimi per proprio conto, si guardassero però bene dal lasciar trapelare i risultati di quelle ricerche cui essi soli, per la privilegiata posizione, erano in grado di applicarsi. E vedemmo eziandio, appo gli Arabi, i poliziotti del Corano tener d'occhio gli scienziati, ed impedir loro, pena le più gravi torture e la morte, di affermare qualsiasi cosa che fosse in contraddizione col testo religioso. E vedemmo ancora la Chiesa cristiana, tanto la romana come la riformata, opporsi risolutamente ad ogni progresso dell'idea geologica, strozzandone gli arditi voli nel letto di Procuste della biblica parola. La tirannia tradizionalistica, esercitata per molti secoli nel campo scientifico, è cosa notoria, nè peranco tace in noi la vendetta che ci hanno consegnata dai patiboli e dai roghi tanti martiri gloriosi, e che, qui in Roma, un bronzo immortale quotidianamente ci risveglia! Ma più di quella

Digitized by Google

tirannia fu dannosa all'evoluzione storica delle scienze geologiche l'ipocrisia adottata dipoi col voler tentare ad ogni minima scoperta il rispettivo accordo colla Bibbia: e noi abbiamo visto appunto una folla di preclari geologi consumare il tempo e l'ingegno in questa oziosa ricerca. Ermenegildo Pini fu tra costoro. Ben più durevole orma egli avrebbe invece stampato nella storia della geologia se dalle pastoie religiose si fosse affrancato, o se, pur mantenendo intatta la sua fede alla Chiesa, avesse coltivata la scienza in quel modo, nè esageratamente tradizionalistico, nè calorosamente concordistico, che permise a molti altri uomini della Chiesa di essere geologi illustri e degni collaboratori della scuola positiva. Così fecero: lo Spada ed il Piccoli, parroci; il Generelli, frate carmelitano; il Soldani, monaco; il Fortis, lo Spallanzani, il Giraud-Soulavie, abati; il Playfair, pastore anglicano, ed altri ecclesiastici ancora, che costituiscono una onorevole eccezione; eccezione però che, come in altri casi, riesce la miglior conferma della regola.

Scipione Breislak, oriundo tedesco, nacque a Roma nel 1748, e morì a Milano nel 1826. Viaggiò lungamente, a scopo geologico, l'Italia e la Francia, raccogliendo una prodigiosa quantità di fatti a sostegno delle idee plutonistiche, di cui egli fu nel nostro paese valente difensore. Osservatore sagacissimo, mente colta e vasta, egli approdò a vedute teoriche della più alta importanza, parecchie delle quali, necessariamente modificate dalle ulteriori scoperte, sono tuttodì patrimonio della scienza. I numerosi suoi libri, e specialmente l'*Introduzione alla geologia* e le *Istituzioni geologiche,* sono bellissimi tentativi di sintesi: in modo ammirevole, con ampia dot-

Digitized by Google

trina ed abbondanza di prove, egli ripigliò l'idea di Renato Descartes, di Goffredo Leibniz e di Giorgio Buffon sulla primitiva fluidità ignea del nostro pianeta e sui fenomeni successivi di raffreddamento. Mentre i werneriani supponevano *ab origine* il globo disciolto nell'acqua, egli dimostrò che tutta la materia cosmica doveva invece trovarsi sciolta nel calorico, il quale, come sapete, a quei tempi si riteneva ancora una sostanza. Secondo lui, adunque, la massa terrestre fu primieramente allo stato liquido; uno dei primi effetti del consolidamento fu la combinazione del calorico con basi solide e lo sviluppo dei gas e dei vapori acquei. Ma dove riesce meglio felice è quando scopre l'origine dei movimenti della crosta terrestre nel processo di contrazione che il globo subisce per via del raffreddamento. Questa è l'idea orogenica tuttodì professata dalla maggioranza dei geologi: disgraziatamente il Breislak l'applicò soltanto alla prima epoca della terra. Per tal modo, dovendo spiegare i più recenti fenomeni stratigrafici e paleontologici, fu costretto a ricorrere ad altre ipotesi, cadendo nel nettunismo cataclistico: invero suppose anche lui che il mare coprisse altre volte le cime delle montagne più alte, e che, dopo essere rimasto molto tempo a tale livello, scemasse d'un tratto in seguito al crollamento delle caverne interiori. In età più avanzata, dopo avere studiata ed illustrata la geologia di varie regioni, cercò poi di conciliare in una sola teoria le idee opposte dei nettunisti e dei plutonisti, e con questo ragionevole eclettismo chiuse brillantemente la sua operosa carriera.

La Gran Bretagna, infine, che aveva dato l'Hutton, vanta contemporaneamente due geologi di polso: Giacomo

Digitized by Google

Hall e Guglielmo Smith. Amico dell'Hutton il primo, lo coadiuvò assai nelle sue ricerche ed iniziò in geologia quel metodo sperimentale che vedemmo per la prima volta accennato dal Leibniz. Le sue esperienze sulla fusione e solidificazione delle roccie e sui meccanismi di sollevamento dei terreni contribuirono al trionfo delle idee huttoniane e resteranno sempre uno dei fatti più memorabili nella storia della geologia. Il secondo, studiando a furia di escursioni le montagne dell'Inghilterra, riuscì a dividere i terreni, dal carbonifero al cretaceo, in un certo numero d'orizzonti e ciò non soltanto mediante i criterî di sovrapposizione e di successione, come s'era fatto, il Werner compreso, fino allora — tranne le onorevoli eccezioni dell'Arduino e del Soulavie, dei quali certamente non conobbe i lavori — bensì in base ai fossili, che permettono di dividere in varie serie gli strati d'una regione e di sincronizzare gli strati di regioni diverse. A questo modo, e cioè col fondere geologia e paleontologia, egli completò l'opera dell'Hutton e del Werner — i quali dei fossili s'eran poco curati — gettando le fondamenta solide sulle quali il secolo nostro ha eretto quel vasto edificio ch'è la cronologia del globo. Ma lo Smith era un modesto ingegnere che studiava per proprio conto: non aveva relazioni di sorta coi dotti della sua epoca, nè conosceva tutto il materiale già pubblicato in fatto di geologia; s'accontentava soltanto di raccogliere pietre e fossili durante le sue continue gite ed i lavori stradali ed idraulici di cui aveva la direzione. Così facendo s'accorse che ogni strato conteneva i suoi fossili caratteristici e andò man mano elaborando la sua classificazione, senza peraltro pensare a rendere di pubblica ragione siffatti risultati.

Digitized by Google

Un caso fortuito doveva assicurare alle scienze geologiche così preziose ed originali vedute. Un giorno lo Smith sedeva a colazione co' suoi due amici Richardsons e Townsends, i quali, più di lui essendo versati nella tassonomia zoologica e botanica, lo aiutavano di solito a determinare i fossili. Come accade quando si trovano assieme cultori dell'istessa materia, parlavano naturalmente di fossili, di strati e di montagne. Ad un tratto lo Smith disse ad uno degli amici: « Dovresti provarti a segnare su una carta topografica le diverse successioni degli strati ». E questi a lui: « Se non m'aiuti tu che hai stabilito l'ordine con cui si succedono, come debbo fare? » Si posero senz'altro all'opera tutti e tre, e lo Smith dettò una tabella coi nomi da lui assegnati a ventitrè gruppi successivi di strati, indicando di ciascuno la natura litologica, la potenza, i fossili più caratteristici e la località tipica. Ciò avveniva verso il 1795, ma la tabella per molto tempo restò manoscritta; fu stampata poi in tre successive edizioni con alcune varianti, quando più tardi lo Smith si decise a raccogliere i risultati dei suoi studî e metter fuori la *Carta geologica dell'Inghilterra* (1815), a compilar la quale consumò molti anni e l'intero patrimonio. Questa carta è un vero monumento che attesta un talento originale ed una perseveranza straordinaria. Molte delle suddivisioni stratigrafiche da lui proposte e molti termini della sua nomenclatura, tolti al linguaggio locale, restano tuttodì nella geologia a ricordare il loro autore, mentre che i suoi scritti e le sue carte geologiche, mostrando agli studiosi contemporanei un nuovo e vergine campo sul quale dovevano esercitarsi, suscitarono un vero fervore in Inghilterra e fuori per le ricerche sui terreni. Contri-

Digitized by Google

buirono pertanto ad aprire quel nuovo periodo di ricerche e di analisi, che — sollecitato dagli osservatori e dai viaggiatori di cui ho parlato, dalle opere e dalle lezioni dell'Hutton e del Werner, e dalla lotta interminabile fra plutonisti e nettunisti — fu solennemente inaugurato colla fondazione della *Società geologica inglese*, la quale si può dire nata appunto sotto gli auspicî del modesto ingegnere. Come narra il Lyell, essa fu fondata a Londra nel 1807 da varî studiosi, al solo scopo di moltiplicare e raccogliere le osservazioni geologiche, rimettendone all'avvenire i risultati. I suoi membri avevano per massima favorita che il tempo di formulare un sistema generale di geologia non era ancora venuto, e che occorreva accontentarsi per molti anni di lavorare esclusivamente a radunare i materiali per le generazioni future....

Coll'apparire di questa utilissima associazione, tuttodì fiorente, entriamo a piene vele nell'epoca neozoica dell'evoluzione delle scienze geologiche. E questo sarà l'argomento della ventura conferenza, nella quale tenteremo uno schizzo dello sviluppo della geologia nel secolo presente. L'argomento — *a priori* — presentasi assai vasto e complicato, e, senza dubbio, prevedo che finirò col cavarmela ben magramente. La stessa previsione fate pure con certezza anche voi, cortesissimi uditori; ma intanto consolatevi che, per stasera, bene o male, son giunto alla fine. Punto e basta, e grazie a voi.

Digitized by Google

Conferenza IV.

L'ATTUALITÀ

Ciò che i giornalisti sogliono chiamare « tirannia dello spazio », i conferenzieri dovrebbero dire « tirannia del tempo ». Se a questa tirannia si aggiunge la legge: *motus in fine velocior,* si capirà facilmente come io sia stato costretto, nella passata conferenza, a chiudere in modo precipitoso il mio dire, tanto per giungere al principio del nostro secolo, quando un'êra novella si aprì alla scienza del globo. Stasera, adunque, la conferenza può intitolarsi: Evoluzione delle scienze geologiche nel secolo decimonono. È questo un tema immenso ed arduo che richiede ben più di un piccolo cervello come il mio per essere svolto nella dovuta misura. Le opere geologiche apparse nel secolo nostro sono così numerose e così svariate, che danno il capogiro solo che si getti su loro una semplice occhiata. Tutte le nazioni civili hanno portato numerosissime contribuzioni alle scienze geologiche, e la somma totale di queste osservazioni e ricerche è veramente grandiosa. Ora, il voler tentare di riassumere in un sol quadro storico tutto ciò, è tale opera per la quale

Digitized by Google

non basterebbe la vita d'un uomo, nemmanco d'un uomo che, come un Desmarest, un De Luc od un Omalius d'Halloy, arrivasse poco discosto dal secolo. Figuratevi, uditori miei cortesi, che il D'Archiac, avendo voluto scrivere la storia dei progressi della geologia dall'anno 1834 al 1860, dovette lavorare buona parte della sua vita compilando nientemeno che nove grossi volumi! Se dunque in un sol quarto di secolo le scienze geologiche hanno dato tanto, fate un calcolo generale approssimativo e vedrete quanto e quanto materiale dev'essersi accumulato in un secolo intero di continue, febbrili indagini sulla crosta terrestre. È quindi sommamente difficile il voler costringere negli stretti limiti d'una conferenza una ancorchè rapidissima relazione dello sviluppo attinto dalla geologia in questo secolo meraviglioso, il cui tramonto ci riempie l'animo di dubbî e di speranze. Volendo poi mantenere il processo usato fin qui, le asperità del nostro cómpito aumentano, poichè nella folla pigiata dei lavori apparsi, il *phylum* evolutivo dell'idea geologica si smarrisce, ed è difficile ritrovarlo; come è difficile pescare una data fibrilla nervosa entro un ammasso di carni.

Per un'altra considerazione le difficoltà dell'argomento sono evidenti. Siamo in un periodo di analisi spinta ai suoi termini estremi, ed un nugolo di problemi è venuto fuori da questo necessario frazionamento degli studî. E siccome i risultati dell'analisi, praticata da numerosi osservatori sparsi in tutte le regioni del globo, sono diversi e talvolta contraddittorî, così le soluzioni dei varî problemi, avanzate dai diversi studiosi, sono ben lontane, per la maggior parte, d'essere definitive, e quindi uniformi. Inoltre non poche questioni, che da tempo si rite-

Digitized by Google

nevano risolte per sempre, si sono riaperte al lume delle nuove scoperte, e così si è tornati daccapo a discutere vivamente intorno ad esse, mescolando gli antichi argomenti ai nuovi, facendo magari rinascere idee che, nelle precedenti lotte, erano rimaste soccombenti. Recentemente invero certi fatti hanno ricondotto in pieno nettunismo i geologi migliori dei nostri giorni, facendo loro abbracciare teorie di precipitati chimici e di oscillazioni marine che parevano cacciate per sempre dai dominî della geologia positiva. Siamo perciò in un'epoca in cui è ben raro trovare un geologo che abbia una decisa opinione intorno a molti fenomeni: i più se ne stanno come sospesi in mezzo allo scrosciare di nuovi fatti e nuove teorie, aspettando il giorno in cui la vera soluzione salterà fuori chiara e lampante. In tali condizioni di scienza, come può lo storico scorgere con sicurezza l'andamento evolutivo delle singole idee? Come può tenere un filo unico e diretto narrando ciò che accade attorno a lui, e trovar sempre la spiegazione dei varî fatti? È evidente che il suo cómpito non potrebbe spingersi più in là di quello del cronista. Solo da qui a molti anni si potrà vedere con sicurezza ed abbracciare con uno sguardo sintetico l'evoluzione delle scienze geologiche nel secolo decimonono; e chi vorrà tentare una conferenza sul genere della mia troverà allora più facile la strada. Auguro ai miei cortesi uditori di vivere tanto quanto basti per arrivare a sentire il mio successore, e questo augurio, io spero, mi farà perdonare in anticipazione tutto il male ch'io non avrò potuto schivare.

Digitized by Google

I.

Per raccogliere meglio le nostre idee voltiamoci a dare una rapida occhiata al passato. Il pensiero geologico dovette nascere il giorno stesso in cui fu scoperto il primo fossile; e quel giorno non è certamente possibile di fissare. I popoli più antichi, orientali, egiziani e greci, conobbero i fossili, e ne tentarono varie spiegazioni, le quali furono ripristinate in Occidente col primo rinascimento, e specialmente in Italia. Una categoria a parte di spiegazioni paleontologiche sosteneva la provenienza inorganica o pseudorganica dei fossili: erano le teorie idiomorfistiche. La categoria che ne accettava l'origine organica dividevasi in due branche: la spiegazione tradizionalistica del diluvio noetico, e la spiegazione positivistica a vera base geologica. Queste tre diverse interpretazioni del fatto paleontologico lottarono fra di loro fin quasi al principio del nostro secolo. Il concetto idiomorfistico, avente le sue radici in Aristotile, fu presentato sotto forme teoriche diverse; ma nella lotta col concetto organico, dopo avere assunto un carattere pseudorganico, finì per iscomparire sui primi anni del secolo scorso. Solo ataviçamente fece qualche breve comparsa più tardi, ed anche nel nostro secolo fu visto qualcuno sostenere l'idea pseudorganica che i fossili siano embrioni mai venuti alla luce di organismi di una precedente epoca terrestre. Le due spiegazioni idiomorfistiche più in voga furono: i fossili sono scherzi minerali, nè più nè meno dei disegni delle agate e dei marmi, delle forme dendritiche

Digitized by Google

di parecchi corpi, e via dicendo; oppure i fossili sono uno speciale prodotto delle pietre le quali hanno facoltà vegetative. Si capisce di leggieri come siano sorte entrambe le spiegazioni. La prima dovette rampollare dall'osservazione dei tanti fatti strani che si osservano nelle pietre, alcune delle quali, affatto casualmente, hanno forte somiglianza con certi prodotti naturali od artificiali, e ciascuno di voi avrà ravvisato più volte, osservando minerali e roccie, disegni o conformazioni ricordanti animali, piante, paesaggi ed oggetti varî. Io, per esempio, ho nella mia collezione un'agata sulla quale sembra disegnato da un artista una lepre, ed ho un ciottolo di torrente che, se non si palleggia, si scambia perfettamente per un fungo. È chiaro dunque che di fronte a tanti veri capricci della natura, in un'epoca in cui i procedimenti d'investigazione scientifica non eran troppo comuni, la maggioranza dei raccoglitori propendesse a ritener tali anche i fossili; ci fu anzi un momento in cui si credette che in seno alla terra si trovassero riprodotti persino gli astri celesti. Quest'ultima frottola ebbe un'origine così graziosa che non posso tacervela. C'era professore a Wurzburg un cotal Beringer che si ostinava a negare in tutti i modi l'origine organica dei fossili. I suoi allievi che, certo, — non è un caso raro — dovevano saperla più lunga del maestro, pensarono di fargli uno scherzo: prepararono con pietre tenere molti oggetti raffiguranti stelle, lune, comete ed altri corpi celesti; li seppellirono in un dato posto; e poi, con opportune malizie, fecero in modo che il professore stesso andasse in persona a scavarli. Il buon Beringer gridò immediatamente alla scoperta: in apposito libro descrisse quanto avea rinve-

Digitized by Google

nuto; con una diligenza degna di miglior causa fece eseguire le incisioni dei singoli oggetti, e con maggior prosopopea di prima sostenne i giuochi della natura! Più tardi gli allievi svelarongli l'inganno, ed il povero credenzone ben volentieri si sarebbe rimangiate le sue corbellerie che già avevano fatto il giro presso gli studiosi.[1] La seconda spiegazione è parimenti comprensibile quando si pensi che a quei tempi il corallo si riteneva una pietra e lo si vedeva crescere come un organismo. Infatti l'Homberg sostenne che i minerali provenivano da semi come le piante, e per appoggiare questa idea il conte di Marsilly, generale delle galee di Francia, intervenne ad una seduta dell'Accademia di Parigi nel 1710 a mostrare i i fiori del corallo! Del resto molti altri contemporanei professavano opinioni consimili, ed il Camerarius spacciava ancora nel 1712 che i fossili sono il frutto delle

[1] Questo aneddoto è narrato da altri in forma alquanto diversa. Così nel libro dell'abate Moigno: *Les splendeurs de la Foi*, si legge quanto segue: « Si è cavato sovente argomento di satira dal tiro giuocato dal dotto e spiritoso padre Kircher a Bérenger, giovine scienziato di Fulda, troppo infatuato del suo merito di geologo incipiente. Chiuso nel suo museo co' suoi allievi, il Kircher fabbricò con arte un gran numero di fossili fantastici; poi li seppellì al piede d'una collina. Durante una passeggiata, a cui invitò il Bérenger, finse che per caso gli fosse capitato sotto gli occhi uno di quei prodotti della sua clandestina fabbricazione, e abbandonò a lui generosamente la scoperta del resto di quel prezioso tesoro. Bérenger è là sul posto il mattino seguente, e fatta un'abbondante provvigione di quei fossili misteriosi, si mette all'opera' li descrive e disegna nella sua tesi di laurea stampata con lusso, rimasta celebre per tutti i secoli, la sostiene con un'enfasi da non dire, ed esce in trionfo col suo berretto da dottore. Ma che brutto destarsi quando, per tutta felicitazione, gli si svela essere egli stato la vittima d'una crudele burletta! »

Digitized by Google

forze germinative agenti naturalmente in seno alle roccie.

L'interpretazione diluvianistica, radicantesi ne' primi padri della Chiesa, aveva sull'idiomorfistica il vantaggio del riconoscere la vera natura dei fossili, sebbene errasse poi nello stabilire le cause della loro inumazione. Ma le bastò quel vantaggio per vincere l'ipotesi contraria e per sostituirvisi: il fatto poi d'essere la teoria professata ed imposta dalla Chiesa, la fece per molto tempo vincitrice anche della stessa spiegazione paleontologica. Il diluvianismo, benchè limitato, sopravvisse nel secolo scorso e anche nel presente risorse ogni quando per opera di ignoranti esegeti. I migliori descrittori di fossili del seicento e del settecento furono diluvianisti e ci lasciarono, come vedemmo, importanti cataloghi illustrati di siffatti prodotti. Fra essi annoverasi il grande naturalista elvetico Gian Giacomo Scheuchzer, il quale, per provare il diluvio, scambiò, benchè medico illustre, lo scheletro d'una salamandra gigantesca per quello d'un uomo e fece parlare le ittioliti di Oeningen. Curiosissimo anche questo secondo fatto che l'altra volta non v'ho accennato. In un libro apposito, intitolato: *Piscium querelae et vindiciae* (1708) egli suppone che tutti i pesci che sono impietriti nelle celebri cave di Oeningen si radunino a consiglio, sotto la presidenza di un grosso luccio, ed approvino all'unanimità una mozione con la quale dichiarano di essere stati uccisi dal diluvio senza avere sulla propria coscienza qualsiasi colpa che di tanta punizione li rendesse meritevoli, e protestano contro quei naturalisti che, invece di ritenerli per pesci, li vanno spacciando per scherzi di natura, concrezioni minerali, e simili stravaganze.

Digitized by Google

L'interpretazione veramente geologica infine, che rimonta ai più antichi filosofi e fu rimessa in onore da Leonardo da Vinci, da Fracastoro, dal Palissy e da tanti altri, dopo essere stata in minoranza per molto tempo, cominciò a prendere il sopravvento nel secolo scorso. Una volta ammesso che i fossili sono gli avanzi indiscutibili di organismi che hanno vissuto pel passato, restava da darsi la spiegazione del come essi trovansi negli strati, e come gli strati, che dovettero deporsi in fondo ai mari, s'ergono ora a formare le montagne. Ed a questo riguardo gli studiosi tornarono a dividersi in due categorie, la cui distinzione fondamentale stava in questo: gli uni supposero un ritiro del mare che lasciò allo scoperto gli strati; gli altri un sollevamento del fondo che portò all'asciutto i sedimenti. I primi, limitando tutta la fenomenalità geologica all'acqua, furono i nettunisti; e gli altri, facendo intervenire l'azione del calore centrale, furono i plutonisti; quelli rappresentarono la geologia tradizionalistica, i secondi la positivistica. Anche fra queste due scuole s'ingaggiò la lotta: ma stavolta la lotta, per le progredite condizioni scientifiche, fu più aspra e quindi più breve: la fine del settecento segnò senz'altro il trionfo della scuola plutonistica.

Avvenuti i due trionfi, il paleontologico, cioè, e l'endogenico, gli studiosi della terra si posero con ardore alla perlustrazione geologica di ogni contrada. Sotto questi auspicî sorse il secolo nostro e noi appunto, nella passata conferenza, siamo giunti a quel momento storico grandioso che, facendo seguito a quello delle dispute, fu caratterizzato dalle ricerche. Ed abbiam visto formarsi una vera eletta di scienziati intenti a strappare ai monti, alle valli,

Digitized by Google

alle roccie, ai fossili, i segreti della loro costituzione. Tanti nuovi studî dovettero necessariamente venire in appoggio dell'uno o dell'altro dei criterî generali diretti a spiegare la fenomenalità geologica. E tutti e tre i grandi criterî apparsi lungo il cammino dell'evoluzione della geologia affacciaronsi nel nostro secolo e disputaronsi l'impero. Nella prima metà vedremo allargarsi e far scuola le due idee opposte: la cataclistica e l'uniformistica; l'una, derivazione del diluvianismo, sostiene che fra il mondo passato ed il presente non c'è alcun legame di sorta e che nei tempi geologici i fenomeni furono il prodotto di forze di natura affatto diversa e di intensità incommensurabilmente più grande di quelle che noi scorgiamo oggidì in azione nell'universo; la seconda invece sostiene che fra il presente ed il passato non v'ha *hiatus* di sorta e che le forze attuali sono le stesse che, agendo colla medesima intensità, diedero luogo ai fenomeni geologici. Queste due teorie trovano rispettivamente due campioni poderosi nel Cuvier e nel Lyell, continuatori alla lor volta del Camper e dell'Hutton, e la lotta che s'accende fra le due parti ricorda in certo qual modo l'antico agone fra nettunisti e plutonisti. Grazie però ai maggiori progressi fatti da tutte le scienze in genere e dalle geologiche in ispecie, la lotta non è sterile, e, poco per volta, ecco che dalle due opposte dottrine, ciascuna perdendo quanto ha in sè di difettoso, vien fuori, splendente di novella luce, la *geologia evoluzionistica,* che, iniziata dal Kant, oggi può dirsi una delle più belle conquiste del pensiero umano.

La geologia cataclistica, volendo concordare colla Bibbia, supponeva avvenuta la creazione del globo da poche migliaia d'anni; epperò fu costretta ad ammettere,

Digitized by Google

per spiegare tutto il passato, oltre alla straordinarietà delle forze, la loro rapidità di operazione. Da qui i sollevamenti repentini, i diluvî improvvisi, le catastrofi generali. La geologia uniformistica invece, ammettendo l'azione perenne delle cause attuali, allungò infinitamente i tempi geologici, e per punto di partenza fissò l'epoca di formazione delle più antiche roccie conosciute, abbandonando assolutamente le speculazioni relative all'origine del pianeta. La geologia evoluzionistica, infine, accettando il buono delle due precedenti, collo scartare le ipotesi extranaturali della prima e coll'infrangere l'arbitraria barriera impostasi dalla seconda, costituì la vera e completa istoria della terra, dalla sua nascita in seno all'universo ai giorni nostri. E così le due idee cardinali della geologia, che vedemmo evolvere lungo i secoli, approdarono col trionfo dell'evoluzionismo ai due grandi, sublimi capitoli dell'evoluzione tellurica e dell'evoluzione paleontologica. Una specie intermediaria, una forma di transizione, fra la geologia evoluzionistica e le due geologie in lotta fra di loro, fu il catastrofismo dell'Elie De Beaumont, il quale, a differenza del Cuvier, attribuì i fenomeni passati alle forze attuali dotate unicamente di intensità enormemente maggiore.

Il secolo nostro incomincia col deliberato proposito nei geologi di osservare, di studiare e di analizzare diligentemente ed ampiamente, prima di metter fuori, come per lo addietro, le *teorie della terra*. Ciò nacque dalla reazione che doveva per forza tener dietro alle dispute interminabili sorte fra plutonisti e nettunisti, le quali dispute erano state spinte al punto che non si cercava

Digitized by Google

più la verità, scopo unico e supremo della polemica scientifica, bensì la vittoria individuale ed il discredito dell'avversario. Ma, oltre a questo, un altro fatto intervenne a spingere i geologi sulla via della osservazione pratica sconsigliandoli a seguire quella della speculazione astratta. E questo fatto storico, momento d'altissima importanza nell'evoluzione delle scienze geologiche, si fu la comparsa della dottrina di Laplace, la quale, rispondendo ai requisiti scientifici voluti dal problema cosmogeogonico, operò una divisione benefica nella geologia. Prima d'allora si faceva una deplorevole confusione intorno a ciò che rappresentava il passato della terra: cosmogonia, geogonia, geologia, costituivano un tutto indivisibile dove la stessa parte tenuta dalla scienza era usurpata dalla fantasia; onde associavansi tranquillamente fra di loro verità ed errori. E, come di leggieri si comprende, il maggiore accumulo di spropositi si avverava nelle speculazioni cosmogeogoniche, le quali davano agio alla fantasia, in mancanza di fatti provati, di correre senza briglia. Nè bastò che l'Hutton s'affaticasse a gridare che la geologia non doveva spingersi più in là di quanto le vien dato di leggere nelle roccie accessibili ai nostri studî: per qualche tempo la sua fu creduta una voce partigiana, e quindi restò inascoltata; eppoi la curiosità umana è troppo grande perchè indifferentemente si accettasse tanta x anteriore ai tempi geologici evidentemente impressi sulla superficie terrestre. Ci voleva nella questione una soluzione positiva, non negativa; ci voleva che, accanto alla scienza geologica, ormai costituita e sviluppata nelle sue linee generali, sorgesse la scienza cosmogonica e geogonica, o quanto meno occorreva, dal momento che la sana geologia

Digitized by Google

non voleva occuparsene, che si avanzasse qualche altra disciplina scientifica ad assumersi lo studio del problema cosmogeogonico. Solo in tal modo le cose potevano essere accomodate: il geologo, liberato da questo fardello per lui pesantissimo — e che fu sempre per lui, in ogni epoca, la vera causa de' suoi traviamenti — avrebbe potuto meglio occuparsi dello studio dei fenomeni terrestri, senza pensiero alcuno circa l'origine del globo; e, dal suo canto, quel problema avrebbe potuto sciogliersi dagli amori coll'immaginazione fantastica, per aspirare, sotto la tutela della scienza, ad una futura soluzione. Ecco precisamente quanto ha fatto il Laplace: egli è intervenuto fra i geologi, ed ha detto: Se voialtri volete fare dei vostri studî una vera scienza, lasciate da parte la misteriosa questione dell'origine dei pianeti; a ciò penseremo noi matematici ed astronomi, e chissà che anche a questo riguardo si possa arrivare col tempo a qualche soluzione scientifica! Ora, il separare la geogonia dalla geologia ed il porla sotto l'egida d'altre scienze, è stato, ognun vede, un fatto che, se non ha proprio deciso dell'esistenza della geologia, ne ha però assicurati ed affrettati i trionfi.

Prima del Laplace si ebbe, è vero, qualche sprazzo di genio superiore intorno al problema: il Descartes, il Newton, il Leibniz lo avevano in certo qual modo tastato colla pietra di paragone della scienza. Il Buffon, fondandosi su alcuni fatti astronomici, aveva supposto, come vedemmo, che una cometa, cadendo sul sole, ne avesse staccato un torrente di materia, la quale si riunì poi da lontano in diversi globi più o meno grandi e più o meno distanti dall'astro padre: questi globi, divenuti in seguito al raffreddamento opachi e solidi, sono i pianeti ed i loro

Digitized by Google

satelliti. Ed il Kant, come pure vedemmo, già aveva posto in modo meravigliosamente stupendo, sulle basi della meccanica, il problema cosmogonico: il grande filosofo s'era elevato alla comprensione del primissimo stato della materia — uno stato di dissociazione e di diffusione estrema di tutti gli elementi — ed aveva seguito le evoluzioni di questo caos nebuloso in seno al quale, per la combinazione fortuita della materia, avvenuta in varî centri in virtù delle leggi dell'attrazione e dell'affinità chimica, nacquero i soli ed i pianeti. Ma questa grandiosa ipotesi, che dava per la prima volta una spiegazione puramente meccanica dell'universo, era rimasta sconosciuta alle maggioranze: i geologi non vi avean fatto caso, e lo stesso Laplace, come assicurano i suoi commentatori, non ne supponeva manco l'esistenza allorchè, quarant'anni più tardi, mise fuori la propria. La quale, invece, richiamò tosto la generale attenzione, sia per le progredite cognizioni scientifiche, sia per la grande autorità del matematico francese, e sia per il modo chiaro ed attraente con cui questi seppe esporla.

La dottrina del Laplace è assai nota ed ormai fa parte della coltura generale. Ciò mi dispensa dal riferirvela nelle molteplici particolarità in cui si estende, poichè dovete sapere che il suo autore non la buttò fuori tutta d'un getto, al soffio d'una potente ed improvvisa inspirazione, bensì la studiò accuratamente per tutta la vita, ne previde ogni conseguenza e financo le obiezioni future, e la perfezionò continuamente. Il Laplace, nato nel 1749, diede i primi tratti della sua dottrina nel 1796 nella sua *Esposizione del sistema del mondo;* nel 1808 vi aggiunse un paragrafo sulla formazione dei pianeti per rottura

Digitized by Google

degli anelli; soltanto nelle edizioni successive della sua opera la completò, formandone un capitolo a parte. La sesta edizione, apparsa nel 1836, nove anni dopo la morte dell'autore, è la migliore da consultarsi per chi desiderasse conoscere nella sua fonte originale l'immortale ipotesi, della quale si son fatte troppe altre esposizioni e non sempre fedeli. Così il Laplace nelle ultime edizioni potè approfittare della magistrale memoria dell'Herschel sull'evoluzione delle nebulose, pubblicata nel 1811; e mentre prima supponeva il sole originario una massa incandescente, solida o liquida, attorniata da un'atmosfera, più tardi, adottando l'idea herscheliana, potè figurarselo come una grande nebulosa a condensazione centrale, dotata di un movimento di rotazione e limitata al punto in cui la forza centrifuga, dovuta a questo movimento, fa equilibrio alla pesantezza. Il Laplace non indica la causa della rotazione; egli la ritiene una proprietà, come l'attrazione, che la nebulosa godette sin dal suo inizio, quand'era estremamente diffusa. La nascita dei pianeti non avvenne che allorquando la concentrazione aveva già dato luogo ad un nucleo centrale; essi furono successivamente prodotti da anelli di materia nebulosa che, per leggi meccaniche, dovute alla rotazione, si staccarono da questo e poi si condensarono in masse separate, ripetendo, colla formazione dei satelliti, i fenomeni della nebulosa madre. Con ciò si vede quanta differenza interceda fra l'ipotesi del Laplace e quella del Kant, quantunque abbiano un punto di partenza comune; per di più il Laplace opinò che le comete fossero estranee al sistema solare, mentre il Kant le faceva nascere allo stesso modo dei pianeti.

Digitized by Google

Oggigiorno l'ipotesi del Laplace è ancora quella che meglio risponde alle condizioni del problema cosmogeogonico, e, per quanto incompleta e muta in molte parti, è ancora quella che meglio spiega le grandi linee del sistema solare. Essa sollevò molte obbiezioni e quindi parecchi scienziati — come il Croll, il Kirkwood, il Trowbridge, il Newcomb, il Roche, l'Hirn, il Maxwell, lo Stockwell, il Le Verrier, il Simon, il Vaughan, il Trowbridge, il Tisserand, G. H. Darwin ed altri — le apprestarono sensibili modificazioni ed addizioni; altri scienziati invece, forti di quelle obbiezioni, si credettero autorizzati a rifiutarla completamente, sostituendo ad essa altre ipotesi. Così ha fatto, tra gli altri, nel 1880 l'astronomo francese Faye. Ma non è men detto che l'ipotesi del Faye sia refrattaria a gravissime obbiezioni. Del resto una cosa della quale dobbiamo essere certi è questa: il problema cosmogonico è ben lontano ancora dalla sua definitiva soluzione scientifica. Ben a ragione aveva detto il nostro Stoppani — il quale però a torto rideva della ipotesi del Laplace, come rideva ancor più a torto della teorica darwiniana — che la cosmogonia è riserbata alle generazioni future. Ciò non toglie che la scienza possa e debba dire intorno al grave problema tutto quanto attualmente sa, e fra i varî suoi responsi del momento è appunto quello del Laplace, colle ulteriori modificazioni, che merita maggiore considerazione, checchè ne vadano strombazzando gli avversarî, i quali hanno interesse a mettere innanzi le elucubrazioni proprie. Le difficoltà che tale ipotesi non ha peranco potuto sormontare non debbono velarci gli occhi su tutto quanto essa contiene di realmente buono e di provato; anzi, dal modo con cui il problema è stato po-

Digitized by Google

sto e molte altre difficoltà sono state vinte, dobbiamo trarre la speranza che anche gli odierni punti oscuri verranno un giorno pienamente rischiarati. Intanto, in mancanza di meglio, il geologo evoluzionista deve accettare l'ipotesi del Laplace, la quale — ripeterò col Wolf — completata e corretta dai bei lavori del Roche e messa in armonia colle nuove idee introdotte dalla teoria meccanica del calore, è ora, fra tutte le proposte, quella che spiega nel modo più semplice lo stato attuale del sistema planetario e che rispetta nel modo migliore la classificazione naturale dei pianeti. D'altra parte le obbiezioni che le si possono fare, le oscurità che le si possono rimproverare sono comuni a tutte le ipotesi che partono dalla nebulosa come stato primitivo della materia; quanto poi alla contraddizione che esiste fra i calcoli degli astronomi a proposito della nebulosa madre dei pianeti, ed i calcoli dei geologi a proposito dell'antichità della terra, vedremo più tardi quali sieno gli argomenti avanzati a titolo di conciliazione. Torniamo adesso alla nostra storia.

Il secolo decimonono, adunque, per tutto quanto abbiamo visto or ora e la volta scorsa, cominciò seriamente collo studio analitico delle due grandi idee fondamentali della geologia: la paleontologica e la endogenica; ed è con questo studio che, come dissi fin dalla prima sera, si costituì in vero corpo scientifico definito la geologia, mentre per lo addietro era stata, si può dire, alla mercè di tutti: letterati, filosofi, teologi, naturalisti, fisici, astronomi, matematici, ecc. Numerosi geologi osservatori e viaggiatori sorsero nelle varie nazioni, e tra questi tennero il campo due sommi: Giorgio Cuvier e Leopoldo de Buch,

Digitized by Google

il primo dei quali sviluppò sistematicamente l'idea paleontologica, mentre il secondo raccolse materiali abbondanti ad illustrazione della idea endogenica. Così le due idee fondamentali della geologia, rimaste per tanti secoli allo stato di rudimento, abbozzate appena, senza la necessaria polpa dei fatti, s'allargarono d'un tratto per opera di quei due uomini, attorno ai quali si formarono la fama e la venerazione che già avevano suscitate l'Hutton ed il Werner. E come non si può parlare del Cuvier senza ricordare il suo amico e collaboratore Alessandro Brongniart, allo stesso modo non si può accennare al De Buch senza far menzione del suo collega e compagno di studî Alessandro Humboldt. Contemporaneamente a questi atleti della scienza, onore della Francia e della Germania, altri illustri studiosi onoravano l'Inghilterra e l'Italia: dei nostri basti citare il Brocchi, del quale eccovi addirittura un breve ricordo.

Giovanni Battista Brocchi, nato a Bassano il 18 febbraio 1772, fu professore a Brescia di storia naturale, e poscia ispettore delle miniere del Regno italico; tornata in Lombardia la dominazione austriaca, diedesi a viaggiare da capo a fondo la penisola e la Sicilia, dovunque studiando roccie e fossili. Più tardi passò in Egitto, e mentre era inteso a perlustrare quella vasta regione, venne colto dalla morte, il 23 settembre 1826, a Chartum nel Sennaar. Egli fu un grande osservatore: le sue opere perciò sono tutte di analisi. Specialmente intorno ai fossili rivolse la sua attenzione: dopo averne raccolta nei terreni subappennini una mèsse grandiosa, si fece a studiarla tassonomicamente, traendone quell'opera monumentale della *Conchigliologia fossile subappennina*, che, pubbli-

Digitized by Google

cata nel 1814, degnamente coronando le ricerche paleontologiche eseguite dagli italiani nei secoli decimosettimo e decimottavo, fu il punto di partenza di tutte quelle compiute nel secolo nostro. Quest'opera, unitamente alle contemporanee illustrazioni che il Lamark faceva degli invertebrati fossili del bacino parigino ed il Parkinson di quelli del bacino londinese, ed agli studî sui vertebrati fossili compiuti dal Cuvier e dal Buckland, fu l'espressione migliore dell' idea paleontologica che, per tanto tempo o giacque dimenticata o malamente venne svolta; fu il passo decisivo che portò alla costituzione di quella nuova scienza, cui il Blainville appunto, in quel turno di tempo, diede il nome di *paleontologia*. Ma il Brocchi non si limitò a raccogliere e classificare i fossili: dal loro studio tassonomico s'elevò alla constatazione di quei principî generali che servono di congiunzione fra la scienza dei fossili e quella della terra; che costituiscono, per dirla in breve, la geologia stratigrafica. Egli sviluppò mirabilmente, traendone felici conclusioni, i due fatti cardinali dell'estinzione delle specie fossili e della loro distribuzione secondo i terreni. Quest'ultimo fatto, come vedemmo nella passata conferenza, dopo essere stato enunciato da varî studiosi, e specialmente dall'Arduino e dal Giraud-Soulavie, ebbe dallo Smith quel che si direbbe la conferma ufficiale, definitiva; e vedremo a momenti come da esso il Brongniart, più profondamente sviscerandolo, saprà trarne le leggi fondamentali della cronologia geologica. Eccovi intanto le parole del Brocchi al riguardo: « Se impossibil riesce di determinare l'età assoluta delle roccie (e nessuno ci è riuscito sinora, nè pensa di riuscirvi così presto), si può bensì arguirne la

Digitized by Google

età relativa, ponendo mente alla loro giacitura, alle scambievoli loro relazioni, *alla qualità dei corpi organici che vi sono racchiusi.* Rispetto a questi ultimi osservare possiamo che alcune roccie sono più antiche che certe altre, se contengono testacei le cui specie o sono per la massima parte perdute, o hanno così insolita forma, che non si saprebbe tampoco riferirle a veruno dei generi in cui stanno comprese quelle degli odierni mari. Più moderne relativamente a queste saranno le altre roccie, che offriranno testacei di cui esistono gli analoghi viventi, o se alcuni rimangono sconosciuti, se ne può almeno determinare il genere ». Parole, come vedete, giustissime e che per l'epoca in cui furono scritte, sono di un valore eccezionale.

Riguardo al fatto dell'estinzione delle specie fossili, il Brocchi si abbandonò a riflessioni che lo storico della paleontologia evoluzionistica non deve ignorare. Che le specie fossili siano diverse dalle viventi è una verità scoperta e confermata molto tempo prima che il paleontologo di Bassano vedesse la luce. Ma la maggior parte dei naturalisti, col Linneo, col Valch, e col Bruguière, pensavano che gli analoghi viventi delle specie fossili fossero relegati nelle profondità oceaniche inaccessibili all'uomo: il Valch, anzi, sosteneva che sino a tanto rimarrà un angolo di mare non accuratamente esaminato non si potrà decidere la cosa: il che è quanto dire, come osserva il Brocchi, che non saremo mai in caso di pronunciare definitiva sentenza su tale questione. Altri invece, persuasi della verità del fatto e ricercandone le cagioni, opinavano che la distruzione delle specie fosse avvenuta in seguito a grandi catastrofi, tra le quali la

Digitized by Google

più mortifera sarebbe stata quella originata dal brusco ritiro del mare dalle porzioni ora asciutte della terra. Il Brocchi combattè entrambe le opinioni, ed espose la propria, secondo la quale egli ritiene che le varie specie degli animali, dall'organismo impercettibile al colossale elefante, siansi spente tranquillamente da per sè stesse, come si spengono i singoli individui. Ed allo stesso modo che più corto o più lungo è il periodo segnato all'esistenza degli individui secondo le diverse specie, così più lungo o più corto è il periodo segnato alle singole specie. Parimenti, come gli individui non passano d'un tratto dal vigore della vita allo stato di morte, ma vi si dispongono a poco a poco con l'indebolimento successivo delle loro fisiche facoltà, così per gradi insensibili si avvicinano le specie al loro annientamento; la vitalità va scemando, la virtù prolifica infievolisce, meno energica è la forza di sviluppo, quindi di età in età sempre più deboli e fiacche riescono le complessioni, più limitata è la fecondità e la moltiplicazione, l'accrescimento stentato; finchè è giunto il termine fatale in cui l'embrione, incapace di stendersi e di svilupparsi, abbandona quasi sull'istante quell'esile principio di vita che lo anima appena, e tutto muore con lui.

Come vedete il Brocchi opinava che ogni specie dovette essere dotata alla sua origine di una certa quantità di forze vitali, che, dopo aver avuto il suo *maximum* di sviluppo, s'è gradualmente indebolita fino a non essere più capace di riprodursi negli ultimi germi. Ora, checchè si voglia pensare di questa, più che altro, filosofica supposizione, è un fatto che la sua importanza è immensamente grande, se si considera che il Brocchi rifiutava di

Digitized by Google

cercare nelle violenti cause esterne la rovina delle faune fossili alla vigilia dei trionfi cuvieriani colla teoria delle catastrofi repentine e delle creazioni successive. Mentre il Cuvier, per ispiegare le variazioni nella natura animale attestate dalla serie cronologica dei terreni, supponeva ripetuti cambiamenti nella natura del fluido oceanico, e per dar ragione del fatto che le specie fossili più si discostano dalle attuali quanto più cresce l'antichità dei terreni che le inglobano, suppose una graduatoria nei cambiamenti, dicendo totalmente micidiali i primi e solo parzialmente gli ultimi, il Brocchi invece, applicando la sua teoria, vedeva nei fossili semplicemente gli avanzi di tutte le specie che, durante le età geologiche erano venute per natura propria ad estinguersi lentamente. Intorno a questo grave problema si discusse poi a lungo, fino al trionfo delle idee evoluzioniste, e mentre tutti i geologi tradizionalisti accettavano concordi l'atto creativo come spiegazione dell'origine delle singole specie d'organismi, si dividevano poi in varie scuole circa la spiegazione del modo con cui le specie s'erano estinte lungo i periodi terrestri. La teorica del Brocchi fu abbracciata da taluno, e l'Heer stesso, nelle sue confutazioni sul darwinismo, la enunciò senza peraltro citarne l'ideatore: ognun vede che, data la fissità delle specie, essa presentavasi molto naturale e persuasiva. Ammettendo inoltre la continuità della vita essa corrispondeva pienamente ai dettami della geologia uniformistica: d'altra parte, i tipi aberranti del Brocchi che si avviano alla estinzione non hanno forse qualcosa di simile colle forme che nella gran lotta per la vita finiscono per soccombere? Tutto ciò dimostra come il nostro paleontologo, benchè vissuto in

Digitized by Google

tempi in cui gli studî sui fossili erano, si può dire, appena incominciati, e quindi non si conoscevano ancora tutti quegli splendidi fatti che confermarono sempre più l'evoluzione organica, pure abbia saputo affrontare il più arduo dei problemi che sorge dallo studio degli esseri passati, proponendone una soluzione migliore di quelle stesse che allora godevano la generale fiducia, e che per tanti anni dopo la sua morte continuarono a trionfare. Se non altro la spiegazione del Brocchi era spiccia e non implicava sottomissioni dannose da parte della geologia: era una spiegazione d'ordine puramente speculativo sul genere di quelle che oggigiorno si propongono per spiegare il gran *perchè* delle variazioni cui gli organismi vanno soggetti.

Oltre ad essere paleontologo di meriti sommi ed uno dei promotori della scienza dei fossili, il Brocchi non fu da meno come geologo e come mineralogista, e molteplici sono i suoi lavori al riguardo, fatti ad illustrazione di varie contrade italiane. Come geologo egli fu ascritto alla scuola werneriana, che, a lui, ingegno analitico, aborrente dalle ipotesi arrischiate, dovette sembrare migliore della plutonistica, della quale in Italia era valoroso rappresentante il suo amico Breislak. Ma anche in lui, come nel collega, si verificò cogli anni una tendenza all'eclettismo. Mentre ne' suoi studî sulla Val Trompia e sulla valle di Fassa s'era mostrato nettunista al punto di non ammettere alcun terreno eruttivo, di considerare la cristallinità delle roccie eruttive, quali i porfidi, un semplice fenomeno accidentale dei sedimenti primitivi, e financo di non escludere da quelle roccie i fossili, più tardi, visitando l'Italia centrale, si accorse dell'azione immensa che

Digitized by Google

il geologo deve accordare alle forze endogene, e, descrivendo minutamente quel sistema d'antichi vulcani, fecesi a proclamare l'esistenza di grandi depositi sottomarini d'origine vulcanica. E perchè la conversione fosse completa, non mancava al Brocchi che di accettare anche la seconda parte del plutonismo, quella cioè che riguardava l'origine dei continenti, e, certamente, se la morte non l'avesse rapito giovane ancora, egli si sarebbe ricreduto del tutto. Ne fa fede il modo esplicito, con cui ritrattò le sue idee nettunistiche sulla litogenesi; invero nella sua memoria sulle roccie della Val di Noto egli scrisse: « Tale è la sembianza di quelle lave, che il voler negare che siano un prodotto del fuoco sarebbe schermirsi della ragione », ed in altro punto, parlando della scuola nettunistica, osservò che « di giorno in giorno va perdendo proseliti » consolandosi però ch'essa abbia « assai contribuito ai progressi della scienza » e se egli ebbe il torto di militarvi, quel torto lo ebbe « in buona compagnia ». Qual esempio splendido porgono i nostri Breislak e Brocchi ai tanti pur illustri ostinati che tutta la vita furono attaccati, come ostriche allo scoglio, al gretto verbo di una sola scuola!

II.

Ed ora veniamo al Cuvier, a quest'uomo che per più di mezzo secolo ha dato, se così si può dire, il *diapason* alla geologia. Una parentesi anzitutto. Ho detto fin dalla prima sera che per tracciare l'evoluzione storica di una scienza occorre evitare l'antico sistema grettamente bibliografico e biografico: ciò non pertanto ci sono libri ed uomini, i quali, per avere potentemente influito su quella

Digitized by Google

evoluzione, meritano cenni speciali. Purchè non si perda di mira il concetto generale, è anzi ben fatto il soffermarsi sopra certe individualità, allo stesso modo che il paleontologo, avendo sempre presente l'ininterrotta catena degli organismi, trova opportuno, per una migliore illustrazione della medesima, di insistere maggiormente sui particolari di certe specie. Così è che, conoscendo un po' intimamente la vita dei varî studiosi, meglio se ne comprendono i rispettivi meriti, ed il più delle volte i casi della loro esistenza sono l'esatta spiegazione dell'origine e della natura di certe teorie, della cui apparizione altrimenti non ci potremmo dar ragione. Lo stesso procedimento evolutivo vuole che si tenga nota dei fatti inerenti ai cultori della scienza che hanno pesato maggiormente nello sviluppo d'una data idea, poichè il più delle volte od il luogo di nascita, o la costituzione fisica, od i casi di famiglia, o le relazioni politiche, od altre peculiari situazioni di ciascun personaggio, ci danno la chiave dell'evoluzione di quella e di tant'altre idee. Persino la durata della vita di un uomo è un elemento tutt'altro che trascurabile nel progresso d'una disciplina scientifica: quando un individuo è diventato quel che si dice un'autorità scientifica si può esser sicuri che, se sostiene degli errori, quegli errori non iscompariranno giammai prima della sua morte. Abbiamo avuto nel Werner un esempio lampante. Fin che il gran maestro di Freiberg fu vivo, nessuno de' suoi allievi osò combatterlo: appena morto, i suoi più fidi discepoli si misero all'opra per dimostrare la natura eruttiva del basalto, mentre fino allora, per rispetto al gran maestro, s'eran guardati bene d'entrare in discussione. Lo stesso avvenne per le idee incarnate nel

Digitized by Google

Cuvier e nell'Elie De Beaumont: fin che questi personaggi di alto prestigio furon vivi, la maggioranza, per amore o per forza, fu con loro. Se invece fossero morti più giovani, le idee dell'opposizione avrebbero trionfato più presto. D'altra parte la conoscenza biografica degli scienziati, oltre a gettare viva luce sulla storia della scienza, è un giustissimo elemento di critica per l'opera degli scienziati stessi. È certo che, sapendo come visse un dato studioso, quali avversità dovette combattere, quali fortune ebbe propizie e quali circostanze fortuite gli agevolarono od incagliarono i lavori, si può meglio giudicare intorno ai meriti suoi, stabilendone il reale valore, sia collo scusarne gli errori, sia col ridurne le glorie.

Giorgio Cuvier rappresenta la geologia tradizionalistica della prima metà del nostro secolo. Il *phylum* tradizionalistico, dopo aver fatto chiasso all'ombra del Werner, ebbe un nuovo momento di rumorosa attività sotto l'egida del Cuvier. Ma furono gli ultimi guizzi del lucignolo della geologia religiosa: dopo aver dominato il mondo, quando tutto era immerso nelle tenebre, quel lucignolo cominciò a passare in seconda linea, man mano apparvero le lucerne più perfezionate dell'idea paleontologica e della endogenica; coll'allargarsi poi dell'idea attualistica e della uniformistica, che potrebbero, continuando il paragone, dirsi i lumi a gas, esso perdette ancora di più, finchè fu abbandonato completamente col sorgere dell'idea evoluzionistica, la luce elettrica del campo scientifico attuale. Per questo servigio reso alle morenti teorie ortodosse il nome del Cuvier fu portato ai sette cieli, ed ancora oggigiorno in noi stessi quel nome risuona con un certo apparato di grandiosità che è tempo ormai di smontare. Sempre

Digitized by Google

così a questo mondo! La fama, che dovrebbe scaturire dalla conoscenza perfetta dei meriti reali d'un individuo, è invece il complesso delle voci che s'alzano per diverse ragioni attorno a lui, e la maggior parte delle quali proviene da chi meno conosce l'acclamato. E quando un nome, sull'ali di questa fama, corre il mondo, non lo si può più discutere; non è più permesso accostarglisi a domandare: Chi siete voi? Tutti ne paiono imbevuti fino alla saturità, tutti ne conoscono vita e miracoli; ma state pur sicuri che l'ottanta per cento di questi turiferarî cantano l'osanna solo per non confessare la completa ignoranza propria in ciò che riguarda il nume. E così è avvenuto del Cuvier. Egli ebbe innegabilmente meriti grandissimi; i suoi studî e le sue scoperte in certe branche delle scienze naturali giustificano pienamente il titolo di sommo a lui dato: ma da questa lode serena e meritata al gridìo universale ch'egli sia stato il padre, il salvatore della moderna geologia, c'è l'abisso addirittura di mezzo. Tutto il secolo decimonono è pieno del suo nome: il suo genio offusca quello degli altri; la geologia non ha nulla di buono tranne quanto è venuto da lui. Questo si deve pensare al leggere certe biografie e certe menzioni che si son fatte del Cuvier come geologo, e si fanno tuttora nei libri, nelle scuole, nei discorsi di società. Ma sono esagerazioni che non hanno ombra di fondamento, ed allo stesso modo che la scorsa volta ho cercato di sventare le eccessive chiacchiere che si sono fatte sull'Hutton e sul Werner, così adesso vedrò di presentarvi nella sua giusta misura il naturalista francese, raccomandandovi di guardarlo ad occhi nudi e non attraverso ad occhiali o a microscopî.

Digitized by Google

La definizione che si può dare del Cuvier è questa: paleontologo sommo, geologo mediocre; altra conferma di quella profonda differenza fra paleontologo e geologo cui accennai nella passata conferenza a proposito degli odierni concorsi universitarî. Ed invero nella paleontologia il Cuvier ha fatto veramente miracoli, profondo com' era in zoologia, mentre per la geologia egli è stato al disotto de' suoi contemporanei. Comincierò col paleontologo. Il Cuvier nacque il 23 agosto 1769 a Montbéliard da famiglia protestante, oriunda del Giura; suo padre, ufficiale al servizio della Francia, lo avviò alla carriera dell'amministrazione. Ma il giovanetto avendo un giorno trovato per caso una copia del Buffon presso un suo parente, si pose a leggerla con attenzione, e ne fu tanto impressionato che s'innamorò perdutamente degli studî naturalistici. D'allora in poi non fece altro che raccogliere animali e sviscerarli in ogni loro più minuto particolare anatomico; a ventiquattro anni, raccomandato da un medico suo conoscente, che in lui aveva intravvista l'unghia del leone, era già, al Museo nazionale di Parigi, professore di anatomia comparata. Quivi le sue ricerche e le sue lezioni lo posero ben presto al livello dei più rinomati naturalisti: pochi anni dopo veniva eletto all'unanimità segretario perpetuo dell'Accademia delle scienze, e d'allora in poi gli piovvero onorificenze continuate alle spalle, comprese le nomine alle più alte cariche politiche ed alle più delicate missioni, per le quali venne anche in Italia. Morì il 14 maggio 1832 in seguito ad un improvviso attacco di paralisia. Voi tutti sapete quale posto eminente tenga il Cuvier nella zoologia, e meglio di me sapete come il Cuvier abbia riformata la classificazione degli

Digitized by Google

animali, non più poggiandosi sovra caratteri scelti arbitrariamente fra i più visibili della struttura interna od esterna, come aveva fatto il Linneo col suo sistema artificiale, bensì tenendo calcolo di tutti i minuti particolari anatomici e della loro maggiore o minore importanza nella costituzione dell'organismo. Studiando la costituzione di ciascun animale il Cuvier capì che i varî organi sono in dipendenza reciproca fra di loro ed assurse al grande principio della *correlazione delle parti,* secondo il quale « l'organismo è un tutto completo le cui diverse parti non possono variare senza che tutte le altre vadano soggette a modificazioni corrispondenti ». Comparando poi la struttura dei varî animali notò che meno variabili sono le parti od organi più importanti e da questa seconda constatazione assurse all'altro principio della *subordinazione dei caratteri,* che fu appunto la base del suo sistema naturale. Siffatte ricerche, ch'egli illustrò con varie pubblicazioni, tornarono quindi di grande vantaggio per la *Zoologia sistematica,* che prese un nuovo indirizzo, e per l'*Anatomia comparata,* che, intravveduta da Vicq d'Azyr, può dirsi dal Cuvier fondata.

Ma egli non diresse i suoi studî solo sugli animali viventi: coi medesimi criterî biologici egli affrontò lo studio dei fossili, che, come abbiam visto, sino a' suoi tempi era stato condotto od in modo falso addirittura, od in modo appena appena superficiale. Anche in questo nuovo campo il Cuvier può dirsi un fondatore ed un rinnovatore; il suo studio scientifico dei fossili confermò splendidamente le leggi paleontologiche generali intravvedute dai geologi precedenti, e cioè quella dell'estinzione delle specie dei fossili (Palissy, Leibniz, Hooke) e

Digitized by Google

quella delle forme caratteristiche secondo i terreni (Hooke, Giraud-Soulavie, Smith). In fatto però di paleozoologia il Cuvier limitossi a studiare i vertebrati, e contemporaneamente un altro grande naturalista, il Lamark, s'occupava degli invertebrati fossili. A questo modo i due zoologi iniziarono il vero studio scientifico, sistematico, dei fossili, e d'allora in poi la *paleontologia* fu costituita come disciplina a parte, intermediaria fra la biologia e la geologia e necessario complemento d'entrambi. A proposito del primo studio paleontologico del Cuvier si narra un aneddotto, sul genere di quelli che si raccontano su Archimede, sul Galileo e sul Newton, per la rispettiva scoperta del principio della pressione dei liquidi sui corpi che vi sono immersi, delle leggi d'oscillazione del pendolo e della gravitazione universale. Anche intorno al Goethe ed all'Haüy si narra qualcosa di simile. Al Goethe fu inspirato il pensiero che il cranio non è che una serie di vertebre trasformate, da un teschio infranto di pecora in cui si imbattè sul lido di Venezia, e l'Haüy trasse le note leggi cristallografiche dall'accidentale frantumazione d'uno spato d'Islanda che gli sfuggì di mano mentre stava osservandolo. Accanto perciò al bagno di Siracusa, alla lampada della cattedrale di Pisa, al pomo cadente di Woolstrop, al teschio di pecora del Lido di Venezia, allo spato dell'Haüy, i raccoglitori dei casi furtuiti, origine di grandi cose, possono collocare il cranio d'elefante raccolto da Messerchmidt. Questi aveva riportato da' suoi lunghi viaggi quel cranio, e lo aveva mostrato al Cuvier, il quale, pratico com'era di osteologia capì immediatamente che si trattava d'un elefante, ma di specie diversa da quelle che vivono adesso. Fu allora che al già illustre zoologo balenò l'idea che tutti i

Digitized by Google

fossili siano specie estinte e venne la voglia di ricostruire, sui frammenti conservati, le antiche generazioni di vertebrati. Ed il suo primo lavoro di paleontologia fu appunto un confronto fra i resti degli elefanti fossili e lo scheletro dei viventi, letto alla prima seduta pubblica dell' Istituto nazionale il 1° novembre 1796. In seguito scrisse, col medesimo procedimento, altre memorie su resti di rinoceronti, d'orsi, di cervi, ecc., e le pubblicò separatamente, per raccoglierle poi in un sol corpo di libro, del quale furon fatte due edizioni, l'una nel 1812 e l'altra fra il '21 ed il '24. È questa la celebre opera: *Ricerche sugli ossami fossili,* cui meritamente acclamò il mondo scientifico.

Non istarò qui adesso ad enumerarvi tutte le varie parti di questi quattro grossi volumi illustrati. Mi basti il dirvi che oggetto dell'opera, come ho già accennato, è la comparazione delle specie fossili colle specie viventi, limitata ai mammiferi ed ai rettili. Aprono la rassegna i pachidermi; seguono successivamente i ruminanti, i carnivori, i rosicanti, gli sdentati e i cetacei; chiudono i rettili. In tutto sono descritte 168 specie di vertebrati fossili, ripartite in 50 generi, dei quali 15 affatto nuovi. Si capisce che questo deve essere stato un lavoro di gran lena, di pazienza enorme, di investigazione minuziosa. Il Cuvier radunò nel suo gabinetto tutte le ossa che erano state scoperte a' suoi giorni in seno ai terreni francesi; le ripulì accuratamente e ne combinò i frammenti; le esaminò colla massima attenzione scoprendo a quale specie avevano appartenuto; notò le differenze fra esse e gli scheletri moderni, e con tutti questi processi analitici e rigorosi giunse a ricostruire, anche con pochi elementi, molti degli animali scomparsi. In ciò lo sorreggeva la legge

Digitized by Google

da lui trovata della correlazione delle parti. « La minima faccetta d'osso » egli diceva « la minima apofisi hanno un carattere determinato, relativo alla classe, all'ordine, al genere ed alla specie alla quale appartengono, al punto che tutte le volte che si ha solamente una estremità d'osso ben conservata, puossi, con un po' d'attenzione ed aiutandosi con un po' di sagacità, coll'analogia e la comparazione effettiva, determinare tutte queste cose altrettanto sicuramente che se si possedesse l'animale intero ». Ed appunto con la sicurezza delle sue conoscenze e del suo metodo il Cuvier arrivava a dedurre le forme, le proporzioni, il sistema di vita di un dato animale dal solo esame di qualche frammento scheletrico, e molte volte ulteriori scoperte vennero splendidamente a confermare le fatte deduzioni. A questo riguardo i suoi biografi citano il fatto seguente. Il famoso *homo diluvii testis,* trovato dallo Scheuchzer, capitò nelle mani del Cuvier, e questi, non appena n'ebbe vista la parte scoperta, consistente in una limitata porzione del cranio e della colonna vertebrale, giudicò trattarsi d'una salamandra fossile di proporzioni colossali, e tracciò il disegno dello scheletro intiero. Poscia, in presenza a varî scienziati, procedette nel mettere a nudo il resto del fossile, e, con grande meraviglia di tutti, si constatò che man mano levavasi un frammento di pietra comparivano le ossa della salamandra precisamente secondo la forma e le dimensioni disegnate in precedenza. E ciò può essere vero: tuttavia il principio cuvieriano non sempre può avere esito felice. Ci sono certi animali fossili affatto nuovi e irregolari, che un frammento isolato del loro scheletro non basterebbe a dare un' idea della loro costruzione generale. Ne abbiamo un esempio luminoso

Digitized by Google

in quegli strani esseri, intermediarî fra gli uccelli ed i rettili, che da non molto tempo furono scoperti. Ad ogni modo è chiaro che, facendo rivivere tanti animali perduti, il Cuvier abbia reso un servizio immenso alla scienza, e l'entità di tal servizio s'allarga se si considera che le sue scoperte destarono un insolito entusiasmo per la paleontologia ed invogliarono una folla di studiosi a seguirne l'esempio. La sua opera, essendo la prima del genere, nonostante i nei dipendenti appunto da questo fatto, fu presa a modello in ogni parte del mondo, ed in breve tempo la messe paleontologica studiata s'arricchì come per incanto.

Eccomi al Cuvier geologo. Lasciando stare il *Rapporto dei progressi delle scienze naturali dal 1789 al 1808,* dove egli parla di geologia in modo affatto indeterminato e con criterî di ben poco superiori a quelli espressi trent'anni prima dal Buffon — sono due i lavori che dobbiamo esaminare, e cioè: il *Saggio sulla geografia mineralogica dei dintorni di Parigi,* scritto in collaborazione con Alessandro Brongniart, stampato nel 1808 e ripubblicato nel 1811 riveduto ed aumentato, ed il *Discorso sulle rivoluzioni della superficie del globo*, pubblicato primieramente nel 1822 come prefazione alla 2ª edizione delle *Ricerche sugli ossami fossili,* stampato a parte in cinque edizioni successive rivedute dall'autore, e tradotto in più lingue, l' italiana compresa. Entrambi questi lavori hanno una grandissima importanza storica: il primo ha gettato le basi di quella classificazione dei terreni terziarî che poi fu applicata a tutto il mondo: il secondo ha confermato ufficialmente la scuola cataclistica ed ha dato ad

Digitized by Google

essa quell'autorità che proviene da un gran nome, allo stesso modo che il diluvianismo ed il nettunismo trovarono autorità nei nomi illustri del Woodward e del Werner.

Nel secolo scorso si tentarono, come vedemmo nella passata conferenza, le divisioni dei terreni. Dapprima si divisero in *primarî, secondarî* e *terziarî*. Il merito dell' iniziativa, della priorità, spetta a noi italiani. Poi, per merito dei tedeschi, con a capo il Werner, fra i primi due termini furono collocati i *transitorî,* e si definirono mineralogicamente i primarî. Per merito degli inglesi, con a capo lo Smith, i terreni secondarî furono scissi in varî piani caratterizzati da fossili peculiari. I francesi, infine, per opera precisamente del Cuvier e del Brongniart, definirono meglio la quarta divisione, prendendo come tipo il bacino di Parigi. Lo scritto di questi due fu quindi il punto di partenza di tutti gli studî che si fecero dipoi sulle formazioni terziarie, meglio delimitate in alto colla separazione dei depositi quaternarî. È giusto però notare che, prima di essi, altri due studiosi avevano incominciato lo studio dei terreni parigini, e questi furono: il Lavoisier, il celebre chimico, il quale nel 1789 diede il primo abbozzo di una classificazione razionale di quei terreni, ed il Coupé che, quindici anni dopo, vi aggiunse altri termini e distinse meglio le formazioni lacustri dalle marine. Nella prima edizione il Cuvier ed il Brongniart suddivisero in nove piani i terreni parigini, e nella seconda ne aggiunsero altri due, illustrando maggiormente l' argomento con carte e spaccati; ma, mentre il Lavoisier ed il Coupé avevano fatta la loro classificazione in base soltanto a criterî litologici e stratigrafici, il Cuvier ed il

Digitized by Google

Brongniart introdussero il criterio paleontologico, vero fondamento della classificazione geologica. Ognun vede che una siffatta innovazione apriva di botto un nuovo orizzonte agli studî geologici ed indirizzava i medesimi sulla giusta strada. Così aveva fatto, decifrando l'età dei terreni collo studio dei fossili rispettivi, Guglielmo Smith in Inghilterra parecchi anni addietro, ed ancor prima il Soulavie nella Francia meridionale aveva usato lo stesso metodo; ma può anche darsi, come opina il D'Archiac, che il Cuvier ed il Brongniart assurgessero al principio paleontologico applicato alla stratigrafia indipendentemente dalle scoperte fatte dallo Smith, poichè i germi di tale principio erano già disseminati da lungo tempo e necessariamente dovevano svilupparsi con simultaneità in più punti. Comunque sia a questo riguardo, ciò che a me preme di farvi notare si è che nell'opera in questione il merito maggiore appartiene ad Alessandro Brongniart. Tale apprezzamento, che sarebbe assai delicato in bocca ad un critico, ha il suffragio del Cuvier istesso, il quale dichiarò più tardi che il lavoro sui dintorni di Parigi, benchè portasse i due nomi, era nella maggior parte opera del suo collega, « per le cure infinite che questi ebbe per l'esame approfondito degli oggetti e per la redazione dell' insieme ». Eppoi chi legge il *Discorso sulle rivoluzioni della superficie del globo* vi trova non bene espresse tante delle finezze, e talvolta misconosciute tante delle osservazioni, che brillano invece colla loro originale sagacità nelle pagine del *Saggio sulla geografia mineralogica dei dintorni di Parigi.* Il che dunque perfettamente vuol dire che molti dei pregi di quest'ultimo lavoro non sono affatto attribuibili al Cuvier, e se l'ora non

Digitized by Google

ne sospingesse potrei dimostrare la cosa con esuberanza di citazioni.

Il *Discorso sulle rivoluzioni* è un'opera dettata con una certa ostentazione di stile, e, direi quasi, con meditata prosopopea. È la professione di fede geologica del Cuvier, e come tale divenne il vangelo della scuola cataclistica, che, grazie a lui, ebbe un momento di vero trionfo. Abbiamo visto che, dall'antichità ai giorni nostri, il concetto delle rivoluzioni telluriche s'affacciò alla mente di parecchi filosofi e scienziati, ma nessuno prima del Camper osò porlo decisamente, mentre la maggior parte dei naturalisti tendevano a spiegare i fenomeni antichi del globo coll'azione delle stesse forze, che sono tuttodì in giuoco nella natura. Tutt'al più, come l'Hooke, il Leibniz, il Moro ed il Buffon, s'accontentarono invece d'immaginare un'intensità maggiore di tali forze nel passato. Il Cuvier, forte delle sue conoscenze paleontologiche, credette giunto il tempo di formulare una teorica delle rivoluzioni del globo a base prettamente cataclistica, supponendo pel passato l'azione di cause grandiose oggidì scomparse. Ed è quanto fece appunto collo scritto in parola. Anzitutto egli dimostra che la superficie della terra, in ogni punto la si voglia esaminare, dà prove evidenti di antiche rivoluzioni che dovettero accadere pel passato a più riprese, e, ripristinando il concetto nettunistico coll'attribuire tali rivoluzioni all'oceano, vi porta una certa variante sostenendo « che i cambiamenti nell'altezza delle acque non hanno consistito solamente in una ritirata più o meno graduale, più o meno generale; bensì vi sono state diverse irruzioni e ritirate successive, il cui resultato definitivo fu una diminuzione universale di livello ». In seguito, sempre

Digitized by Google

mantenendosi nel concetto nettunistico, cerca di provare che siffatte rivoluzioni furono subitanee, scrivendo: « Importa molto osservare che queste irruzioni, queste ripetute retrocessioni dell'acqua, non tutte sono state lente, nè tutte gradatamente avvenute; le catastrofi che le hanno cagionate sono state per la maggior parte violente, anzi che no; e ciò è sopratutto facile a provarsi rispetto all'ultima di queste catastrofi, quella vo' dire che con un doppio movimento ha innondato, e in seguito rimesso a secco, i nostri attuali continenti, o almeno una gran parte del suolo che li forma. Essa ha lasciato ancora nei paesi settentrionali cadaveri di grandi quadrupedi che il gelo ha intirizziti e che si sono conservati sino a' nostri dì colla loro pelle, e peli, e carne. Se questi non fossero stati congelati al momento stesso in cui furono uccisi, la putrefazione li avrebbe decomposti. E, d'altra parte, questo gelo eterno non occupava per lo innanzi i luoghi ove sono stati intirizziti, perocchè non avrebbero potuto vivere in tale temperatura. È dunque il medesimo istante che ha fatto perire gli animali e che ha reso glaciale il paese ch'essi abitavano. Questo avvenimento è stato sùbito, istantaneo, senza alcuna gradazione; e ciò che è sì chiaramente dimostrato per quest' ultima catastrofe non lo è meno per quelle che l'hanno preceduta. Gli squarciamenti, i raddrizzamenti, i rovesciamenti degli strati più antichi non permettono di dubitare che cause sùbite e violente li abbiano messi nello stato in cui noi li vediamo, e inoltre la forza de' movimenti sofferta dalla massa delle acque è attestata ancora dagli ammassi di rovine che si frappongono in molti luoghi agli strati solidi. La vita fu dunque disturbata su questa terra da spaventevoli avve-

Digitized by Google

nimenti. Innumerevoli esseri viventi sono stati vittime di queste catastrofi; gli uni, abitatori della terra, si sono veduti ingoiati da diluvî; gli altri, che popolavano il seno delle acque, sono stati messi a secco col fondo dei mari improvvisamente sollevati; le loro razze stesse sono morte, nè altro lasciarono al mondo che alcuni pochi avanzi, a mala pena riconoscibili dai naturalisti ».

Vedete dunque, fin d'ora, come siffatte idee siano ben poco al disopra di quelle che esprimeva il Buffon mezzo secolo prima, e lo stesso Leibniz centocinquant'anni avanti! Ma v'ha di peggio. Il Cuvier dimostra in seguito che anche prima che sul globo apparisse la vita, tali catastrofi ebbero luogo, e spaccia con grande serietà l'enorme sproposito, compatibile solo in un geologo del seicento, che l'antichità d'una montagna e la sua deficienza in fossili sono in ragione diretta della sua altezza. Ed è invero imperdonabile che, dopo i materiali stratigrafici e paleontologi raccolti nel settecento e nel primo quarto di questo secolo, il Cuvier uscisse con tanta eresia geologica! Ciò posto, e cioè, dimostrata (a modo suo, s'intende) la realtà, la subitaneità e l'antichità delle rivoluzioni telluriche, volge lo sguardo al presente e scrive: « Esaminiamo ciò che adesso accade sul globo: analizziamo le cause che tuttora agiscono alla sua superficie, e determiniamo l'estensione possibile dei loro effetti. È questa una parte della storia della terra tanto più importante, perchè si è per lungo tempo creduto di poter spiegare con queste cause attuali le rivoluzioni anteriori, come facilmente si spiegano nella storia politica i passati avvenimenti quando ben si conoscano le passioni e gli intrighi dei nostri giorni. Ma noi vedremo che disgraziatamente non è così nella

Digitized by Google

storia fisica: il filo delle operazioni è qui rotto, il modo di procedere della natura è cambiato, e nessuno degli agenti che ora essa impiega avrebbe potuto bastarle per produrre le antiche sue opere ». Secondo il Cuvier sono quattro le cause attive che possono modificare la superficie terrestre, e cioè: le pioggie ed i disgeli, le acque correnti, le onde marine e le eruzioni vulcaniche; e dopo averle passate in rassegna, studiandone i varî effetti, finisce precisamente così: « Perciò noi lo ripetiamo: invano si cercano nelle forze, che ora agiscono sulla superficie della terra, cause sufficienti a produrre le rivoluzioni e le catastrofi di cui il suo invoglio ci mostra le traccie, e se si vuole ricorrere a forze esteriori costanti, conosciute insino ad ora, non vi si trova maggior soccorso ». E qui si fa a dimostrare che la spiegazione non si può nemmanco ritrovare nei fenomeni astronomici. La conclusione è quindi che le catastrofi telluriche dovettero avvenire per cause grandiose affatto estranee all'ordine attuale della natura. Ecco l'essenza del concetto cuvieriano, e nessuno mi vorrà negare essere questo un concetto più vicino alle ipotesi cosmogoniche dell'antico Oriente, che degno di un geologo venuto dopo tutti quei sommi di cui v' ho parlato nelle due passate conferenze.

Ma che dico io? Sommi un Leibniz, un Buffon, un Hutton? Tale non è il parere del signor barone Cuvier. Il quale, credendo di aprir meglio la via alla sua dottrina, dice corna di tutte le teorie spacciate prima di lui. Pazienza fin che tratta un po' rudemente le ipotesi del Burnet, del Woodward, dello Scheuchzer e del Whiston; pazienza ancora fin che parla del De Maillet, del De la Métherie, del Rodig, del Patrin, dello Steffens, del La-

Digitized by Google

manon, del Marshall e d'altri teoristi della geologia, ciascuno dei quali spacciò il proprio sistema; ma non dimostra certo, nè scienza, nè serenità, laddove si sbriga con poche, quasi sprezzanti parole, accennando alle idee geologiche del Leibniz, del Buffon e dell' Hutton. Così, colla stessa disinvoltura con la quale, ad esempio, nota che il Lamanon suppose il fluido acqueo diviso in una moltitudine di luoghi posti ad anfiteatro l'un sopra l'altro e che in ciascuno si deposero gli strati fossiliferi, finchè gli argini si ruppero e tutta l'acqua concentrossi negli oceani attuali; — che il Marshall fece cadere successivamente dal cielo, come bolidi, i diversi frammenti di cui la terra è composta e le cui racchiuse spoglie di esseri sconosciuti portano l'impronta della straniera loro origine; — che al Bertrand piacque fare il globo cavo e porvi dentro un nocciolo di calamita che si trasporta, a seconda delle comete, da un polo all'altro, seco traendo il centro della terra e la massa de' mari, e così alternativamente sommergendo i due emisferi; — con la stessa disinvoltura con la quale, dico, parla di questi ed altri suoi contemporanei, il Cuvier scrive puramente e semplicemente che il Leibniz si divertì a sostenere come il Descartes essere la terra un sole spento, un globo vetrificato, su cui, al suo raffreddamento, i piovuti vapori formarono i mari, che deposero in seguito le terre calcari; — che il sistema del Buffon non è guari altra cosa che una larga esposizione di quello del Leibniz, salvo l'aggiunta d'una cometa la quale, con un violento urto, ha fatto uscire dal sole la massa liquefatta della terra, e quella nel tempo istesso di tutti i pianeti; — e che l'Hutton pensò che i materiali delle montagne, continuamente digradando, sono dai fiumi trasportati nel fondo de' mari

Digitized by Google

per esser quivi sotto una enorme pressione riscaldati, e per formare strati, i quali, dal calore che li ha induriti, saranno un giorno con violenza sospinti! Solo pel De Saussure e pel Werner ha parole un po' più gentili e complimentose: di quest' ultimo poi si degna, in certo qual modo, di accettare le idee teoriche e la responsabilità delle medesime, compiacendosi di esumare il mare universale che tranquillamente depone sul suo fondo le roccie primitive e secondarie. Ma se si capisce, da una parte, il suo attaccamento al gran maestro di Freiberg, perchè figliati dello stesso ramo tradizionalista che diede successivamente i diluvianisti, i nettunisti ed i catastrofisti, non si capisce dall'altra come un Cuvier, dopo i risultati dei viaggi del De Buch e dell' Humboldt, ostentasse ancora tanto favore per le speculazioni geogeniche werneriane.

Andiamo avanti. Il Cuvier insiste poscia sulla grande importanza che hanno i fossili nello stabilire l'idea cronologica in geologia, esagerando al punto di proclamare che: « se non vi fossero che terreni senza fossili nessuno potrebbe sostenere che questi terreni non sono stati formati tutti insieme ». Altra esagerazione in cui incorre è quella laddove proclama l' importanza dei fossili vertebrati enormemente grande in confronto di tutti gli altri fossili, ed è certo che, non dirò noialtri, ma nessuno dei paleontologi suoi contemporanei avrebbe sottoscritta tale poco seria affermazione. In seguito parla a lungo dei varî fossili di vertebrati, sostando su varie questioni particolari che non è qui il caso di ricordare, benchè in parecchie di esse il Cuvier si riveli sempre un geologo molto arretrato cogli stessi suoi tempi. Così nell' ipotesi delle migrazioni geografiche; nella interminabile trattazione di-

Digitized by Google

retta a dimostrare che i continenti attuali non sono tanto antichi, come alcuno crede in base alle vecchie tradizioni; nei ragionamenti intorno al diluvio mosaico; nella denegazione che si possano trovare allo stato fossile le scimmie e l'uomo, ed in tante altre cose egli associa ai fatti veri gli immaginarî e si fa banditore di idee scientificamente insostenibili, cadendo financo, non rare volte, in contraddizioni con sè stesso. Ma dove entra completamente nel dominio dei fatti extranaturali è quando si fa a combinare la sua teoria dei cataclismi repentini, operati da forze che oggidì non esistono, coll'origine e lo sviluppo delle forme organiche. La paleontologia aveva mostrato al Cuvier che, col crescere dell'antichità di un fossile, cresce la sua differenza colle specie attuali, e cioè che, risalendo man mano nelle stratificazioni, si incontrano forme fossili le quali vieppiù si discostano dalle forme affini oggi viventi. Questo fatto generale importantissimo, che avrebbe dovuto far nascere l'idea di altrettante tappe nello sviluppo degli organismi, nella mente del Cuvier generò invece le più erronee conseguenze. Infatti egli argomentò che la fauna e la flora di un dato gruppo di strati sono completamente diverse dalla fauna e la flora dei gruppi superiori ed inferiori, e poichè ciascun gruppo di strati corrisponde, a suo modo di vedere, ad un periodo nella storia della terra, periodo separato dall'antecedente e dal susseguente da un cataclisma, così venne alla conclusione che ogni periodo geologico, cioè ogni spazio di tempo decorso fra due successive catastrofi, ebbe un mondo organico proprio senza alcun legame con gli altri. Come rinnovellaronsi gli organismi ad ogni periodo? Il Cuvier risponde ammettendo ripetute creazioni avvenute per volontà divina.

Digitized by Google

Or dunque vedete, miei signori, che con questo sistema geologico ricadiamo nelle puerilità geogoniche che si potevano spacciare nel medio evo, e non al mattino ed al meriggio del secolo nostro, quando la scienza tanto progresso aveva già compiuto. Il Cuvier non fece altro che ampliare il concetto del Linneo. Il sommo naturalista svedese aveva pensato a due epoche di vita sul globo, separate dal diluvio universale; il sommo naturalista francese ne ammise parecchie, tra loro separate da subitanei cataclismi. Ma almeno il Linneo, accettando la storiella dell'arca, aveva ammesso un legame di continuità fra il mondo organico antidiluviano ed il postdiluviano; il Cuvier invece volle una soluzione di continuità fra ogni epoca, volle, come disse lui stesso, il *filo rotto,* mentre tutta la paleontologia è lì a dimostrare la grande continuità e progressione esistente tanto fra le forme fossili più antiche e le più recenti, quanto fra i paleonti e gli organismi viventi. Ed allo stesso modo che i meriti grandissimi del Linneo, fondatore della nomenclatura e della classificazione sistematica, furono il passaporto, ovunque rispettato, del suo concetto monocreazionistico e diluvianistico, così i meriti grandissimi del Cuvier, fondatore dell'anatomia comparata, riformatore della classificazione zoologica, iniziatore degli studî paleontologici, diedero una stragrande autorità al suo concetto policreazionistico e catastrofico. Epperò le due opinioni erronee della fissità delle specie (errore biologico) e delle catastrofi reiterate (errore geologico), entrambe sostenute con accanimento da quella stessa Chiesa che un giorno sostenne l'immobilità della terra (errore astronomico), ed oggi ancora sostiene l'assoluto distacco dell'uomo dal resto degli or-

Digitized by Google

ganismi (errore antropologico), quelle due opinioni erronee, dico, trovarono nell'autorità cuvieriana un barbacane momentaneo. Momentaneo soltanto; perchè non tardò a sorgere vittoriosa la vera scienza, che pose su nuove basi la biologia e la geologia, ed assegnò il trionfo a quelle teorie biologiche e geologiche che prima del Cuvier erano state annunciate, e contro le quali il Cuvier stesso aveva appuntate le sue armi. Concludendo, dobbiam dunque fare una giusta e serena distinzione, e ritenere una volta per sempre che Giorgio Cuvier, zoologo e paleontologo di valore giustamente grandissimo, nel campo della pura geologia, più che un servigio, portò un incaglio, e la *scuola cataclistica,* da lui ufficialmente inaugurata, fu l'ultimo prodotto di quel *phylum* che già aveva date altre scuole geologiche contrarie al vero e grettamente partigiane.

III.

Servigi immensamente più grandi rese alle scienze geologiche Leopoldo De Buch, nato a Stolpe sull'Oder il 25 aprile 1774 e morto a Berlino il 4 marzo 1853. Egli incominciò la sua splendida carriera assistendo alle lezioni del Werner all'Accademia mineraria di Freiberg e perlustrando i dintorni del paese. La parola del sommo nettunista lo entusiasmò, ed i primi lavori locali sono perfettamente inspirati alle idee werneriane; in seguito il De Buch diedesi ai viaggi, visitando le più lontane contrade, onde interrogare la natura a nome del maestro. E la natura, a lui osservatore perspicace e coscienzioso, rispose che in molte cose il maestro aveva torto. Nel 1797 visitò la Stiria, e fece continue escursioni nelle Alpi. Due

Digitized by Google

anni dopo percorse l'Italia, e si fermò in modo speciale a studiare il Vesuvio, del quale descrisse, col suo stile colorito, i varî fenomeni. Nel 1802 passò in Francia per studiare la classica regione dell'Alvernia: ritornato in Italia, potè presenziare l'eruzione vulcanica del 1805. E si fu appunto lo studio spassionato dei vulcani attuali e di quelli spenti che operò in lui la conversione dalla scuola nettunistica alla plutonistica: di fronte alla evidenza dei fatti vulcanici è certo che la fede werneriana doveva riceverne una scossa mortale. Lo stesso Werner avrebbe mutato parere se, uscendo dalla sua Sassonia, avesse girato un po' il mondo e fatto capolino nelle più importanti contrade vulcaniche. In apposita opera, col titolo di *Osservazioni geologiche fatte in Germania ed in Italia,* il De Buch raccolse il frutto di siffatto studio, e già in essa, benchè a malincuore, cominciò a far palese il suo distacco dalla scuola di Freiberg, proclamando la vulcanicità del basalto. Bastò questo suo primo passo per decidere per sempre della vittoria del plutonismo. Nel 1806 viaggiò la Scandinavia, desideroso di constatare quel fenomeno dello spostamento del livello marino di cui già da tempo si parlava con un certo calore fra gli studiosi. Le sue ricerche al riguardo si contengono nell'opera: *Viaggio in Norvegia ed in Lapponia,* e la spiegazione che diede di quel fatto fu un nuovo trionfo della scuola plutonistica. Nel 1815 infine, partendo dall'Inghilterra, recossi alle Canarie e da queste alle Ebridi, ovunque raccogliendo importantissimi fatti geologici, che poi illustrò nel celebre lavoro su quelle isole, spingendosi alle estreme conclusioni del plutonismo. Ed è veramente notevole questa graduale evoluzione subìta dal De Buch nel

Digitized by Google

corso delle sue ricerche. Partendo dal nettunismo più puro, consacrato nelle formole werneriane, il nostro geologo, man mano allargava le sue cognizioni sulle varie parti della terra, facevasi seguace delle idee plutonistiche, fino ad abbracciarle completamente ed a diventarne l'antesignano. Così era avvenuto, se ben vi ricordate, anche del Buffon, il quale iniziò la carriera geologica tra le file dei nettunisti, e la finì gloriosamente coll'accettare i risultati della scuola opposta. Oltre poi agli scritti relativi ai viaggi fatti, che basterebbero per sè stessi ad immortalare il nome del De Buch, questi compilò una Carta geognostica della Germania, e scrisse una infinità di altre memorie su svariati argomenti naturalistici, eccellendo in tutti. Soltanto con quelle da lui presentate all'Accademia di Berlino si potrebbero formare parecchi volumi.

Sviluppando l'idea endogenica, a furia di osservazioni minutissime, estese a varie contrade, e di comparazioni acute fra i singoli fenomeni constatati, il De Buch arrivò a tre grandi concezioni teoriche, ch'egli svolse ampiamente e sulle quali si esercitarono a lungo, e si esercitano tuttodì, gli studiosi della terra. Queste teorie si possono così chiamare dai rispettivi argomenti: teoria delle oscillazioni secolari dei continenti — teoria dei crateri di sollevamento — teoria del metamorfismo vulcanico. Alla prima abbiamo visto or ora come giungesse. Fin dal principio del secolo scorso era stato osservato che il livello marino sulle coste della Svezia tendeva a farsi vieppiù basso. Se ne occuparono, come già dissi, il Celtius ed il Linneo, ed oltre a costoro i fisici Hjärne e Swedenborg e l'ammiraglio Nordenankar ed il commentatore dell'Hutton: il Playfair. Meno quest'ultimo, tutti opinarono

Digitized by Google

trattarsi di una diminuzione del mare, e variamente spiegarono il fenomeno. E poichè nello stesso volger di tempo due italiani, il Manfredi a Bologna e lo Zendrini a Venezia, avevano creduto di osservare, contrariamente alla opinione emessa da De Maillet, un innalzamento nel livello del Mediterraneo, un terzo italiano, il milanese Frisi, combinò i due fatti, sostenèndo che al nord il mare si abbassa ed al sud si eleva. Il Playfair, invece, nel 1802, appoggiandosi sul fatto che nelle plaghe tropicali molte formazioni coralline mostransi al disopra del livello oceanico, rigettò le teorie nettunistiche del ritiro del mare, concludendo in favore del sollevamento del suolo. Ed il De Buch appunto, visitando la regione qualche anno dopo, entrò nello stesso ordine d'idee del collega scozzese, stabilendo in modo più largo e più preciso il fatto delle lentissime oscillazioni dei continenti, percettibili soltanto entro un forte lasso di tempo. Questa teorica ebbe in seguito difensori ed oppositori. Il Lyell, che visitò la Svezia nel 1834, ed il Darwin, che constatò fenomeni analoghi di sollevamento nell'America meridionale e di abbassamento nel Pacifico, ne furono i due più autorevoli sostenitori, per modo che la grande maggioranza dei geologi l'accettò senz'altro. Recentemente però l'ipotesi dei movimenti secolari ricevette un colpo non lieve dagli studî del Suess, il quale, facendo rivivere le teorie nettunistiche, o della *essiccazione,* com'ei la chiama, propone pel fenomeno in discorso tutt'altre spiegazioni.

La teoria dei crateri di sollevamento fu assai più combattuta, non appena venne fuori, ed oggidì è completamente abbandonata. Ciò nullameno, ai tempi in cui il De Buch la proclamava, essa rappresentò per la scienza un

Digitized by Google

passo gigantesco: le antiche concezioni endogene, dirette a spiegare l'origine delle montagne, presero con essa forma di vera dottrina scientifica, e, grazie ad essa, si resero suscettibili delle ulteriori modificazioni. La teoria debucchiana infatti cominciò a porre ben chiaramente il problema orogenico, fondandolo sulla struttura delle montagne, ed una volta posto il problema su questa giusta via tutti capiscono quanto doveva esserne affrettata la vera soluzione. Allorchè il De Buch mise fuori la sua dottrina, prevalevano le idee werneriane, secondo le quali i rilievi terrestri erano considerati come le parti più dure dell'inviluppo roccioso precipitato in seno all'oceano primitivo, le quali, in virtù appunto della loro durezza, avevano resistito all'erosione generale della pila stratificata. Solo nei casi in cui gli strati mostravansi evidentemente spostati, si pensava a qualche fenomeno di movimento, ma lo si riduceva a proporzioni affatto locali, e si attribuiva in genere a crollamenti di pareti delle caverne interiori. La teoria dei crateri di sollevamento portò invece nella orogenia il criterio endogenico, stabilendo uno stretto legame fra i fenomeni vulcanici e la formazione delle montagne. Il De Buch pose anzitutto questo principio: I grandi coni vulcanici e le cinture crateriformi, come il Somma e la Caldeira di Palma, non sono il prodotto dell'accumulazione dei materiali rigettati, bensì nascono immediatamente dalla terra che, sotto l'azione d'una spinta verticale, dapprima si rigonfia e sorge a guisa di tumida vescica, poi si spacca, secondo un sistema di fessure convergenti, al disopra del centro di spinta, ove queste si riuniscono in un abisso crateriforme che dà sfogo all'eruzione, la quale fabbrica più tardi il piccolo cono cen-

Digitized by Google

trale. Ecco le sue precise parole a proposito dei tre vulcani da lui visitati. Parlando del Picco di Teyda nell'isola di Teneriffa, dice: « Il cono è il prodotto del sollevamento d'una massa, sollecitata da forze interne che tendevano venire a giorno, e che, aprendosi un passaggio in mezzo al cratere di sollevamento, hanno fatto prendere alla massa superiore la forma d'una vôlta ». Parlando del Vesuvio e dell'eruzione del 79, dice: « Il vulcano è uscito a quest'epoca tutto formato dal seno della terra. Esso non s'è punto costituito in seguito alle successive uscite delle correnti di lava. Al contrario, la sua altezza, da quel momento, non cessò di diminuire ». E parlando dell'Etna: « Non si può rifiutarsi di vedervi a primo acchito un individuo, per così dire, giunto alla sua perfezione nell'istante medesimo della sua nascita. La sua forma non può guari, in effetto, essere il risultato d'un accrescimento lungo ed irregolare, determinato da eruzioni successive. Essa è troppo regolare e troppo simmetrica per giustificare una tale origine ». Spiegata in tal modo la genesi delle montagne vulcaniche attuali, il De Buch si spinse cogli stessi criterî a spiegare la formazione avvenuta nei tempi geologici di tutti i rilievi terrestri. Anch'essi furono conseguenza di vulcani: le antiche roccie cristalline eruttive sollevarono, durante la loro uscita, od anche soltanto nei tentativi abortiti di sfogo, gli strati sedimentari. Così ogniqualvolta il De Buch trovava in una catena un nucleo centrale di granito, di gneiss, di serpentina, di porfido od altro, attribuiva ad esso l'origine di tutta la catena, la quale necessariamente doveva risultare di costituzione simmetrica, e cioè composta da due zone di strati adagiantisi sui lati di un asse centrale di roccia

Digitized by Google

vulcanica. Le Alpi, per esempio, secondo la teoria di cui parlo, avrebbero questa semplice struttura: nel mezzo stanno le roccie cristalline, le quali sollevarono e spezzarono i depositi sedimentari: questi si trovano sui due fianchi, con pendenza gradatamente decrescente verso l'esterno. Secondo il De Buch, adunque, le montagne dovevansi considerare il prodotto immediato d'una impulsione verticale, dello stesso ordine di quella cui egli attribuiva la formazione dei crateri di sollevamento, ma esplicantesi sovra una linea d'una certa estensione, invece d'essere concentrata in un sol punto.

Chiunque de' miei uditori niente niente conosca di geologia, comprenderà, senza ch'io li spieghi, i lati deboli di questa teoria. E sono parecchi, come ce ne avverte lo studio dei varî vulcani, donde emerge che il sollevamento non ha nulla a che fare coi coni vulcanici o relativi circhi. Una pleiade di geologi illustri insorse quindi contro la teoria dei craterî di sollevamento, e basterà citare fra essi i nomi illustri del Cordier, del Lyell, del Poulett-Scrope, del Virlet d'Aoust, del Prevost, dell'Ofmann, del Dana, del Junghuhn, ecc., per dimostrare come per tempo quella teoria sia stata abbattuta. Ma, come ho detto, nonostante l'erroneità sostanziale, la teoria del De Buch tornò di grande interesse per la scienza, per le belle conseguenze che il suo fondatore stesso seppe cavarne. Se l'idea della spinta verticale dal disotto in su, provocata dalle masse fluide interne e causa dei rilievi terrestri, fu abbandonata coll'evolvere delle cognizioni geologiche, l'altra idea della direzione delle montagne fu invece più sempre accettata e figliò direttamente le attuali teorie orogeniche. Entrambe le idee preesistevano al De Buch ed egli

Digitized by Google

ebbe solo il merito di svilupparle nettamente e di dar loro consistenza di dottrina scientifica: la prima ha radici antichissime ed il Moro la enunciò già in modo formale: la seconda, vagamente subodorata dal Kircher e dal Borguet, fu al Werner suggerita dall'esame dei filoni metalliferi. Nella mente del De Buch quest'ultima idea si concretò in modo durevole. Il geologo di Stolpe osservò che non solo i filoni, ossia le fratture, ma eziandio le pieghe dei terreni si mostrano orientate secondo una certa legge, la quale permette di raggruppare in sistemi determinati tutte quelle che sono fra di loro parallele. Questo principio di direzione è veramente caratteristico negli accidenti tectonici, e fondandosi sovr'esso il De Buch riconobbe in Europa quattro sistemi di montagne. Pochi anni dopo l'Elie de Beaumont riprese l'argomento, e, trattandolo più a fondo, assurse al concetto dell'età relativa delle dislocazioni del globo. Così prepararonsi i materiali che condussero alle splendide teorie orogeniche, oggidì in vigore, dell'Heim e del Suess. Il merito perciò del De Buch nell'evoluzione dell'idea endogenica è, come vedete, assai rilevante, e questo fatto giustifica pienamente l'apostrofe del Forbes che lo chiamò un grande « seminatore ». E un grande seminatore ei fu difatti; l'odierna geologia ha molti capitoli che sono precisamente il frutto dei semi da lui gettati durante la sua gloriosa carriera di geologo vero, sorretto contemporaneamente dal genio e dall'osservazione.

Anche la terza concezione, allacciantesi colla teoria precedente, è stata assai proficua per la geologia. Il De Buch diede ampio sviluppo al fatto osservato primieramente dall'Arduino e dall'Hutton dell'influenza delle

Digitized by Google

roccie vulcaniche sulle stratificate, all'atto della loro uscita. Diede corpo perciò a quella dottrina che si disse del *metamorfismo,* fenomeno che, meglio studiato in seguito, fu riconosciuto su scala più vasta ed opera di varie cause agenti. Così, oltre al metamorfismo vulcanico ed al metamorfismo prodotto dalla circolazione sotterranea delle acque, si scoprirono non è molto gli effetti metamorfici dell'azione orogenica, costituenti una specie di metamorfismo meccanico affatto diverso e più esteso dei metamorfismi d'influenza. Splendidi esempî di metamorfismo meccanico furono illustrati in quest'ultimo decennio da parecchi geologi, e specialmente dal Renard, dal Reusch, dal Gosselet, dal Lossen, dal Lehmann, dal Lavallée-Poussin e da altri ancora. Il De Buch, studiando le modalità del metamorfismo d'influenza, fermò sopratutto la sua attenzione sopra una roccia speciale che il Dolomieu aveva per la prima volta osservata nel Tirolo, quando nel mese d'agosto del 1789 percorreva, in compagnia del Fleurian de Bellevue, quella alpestre regione. Teodoro de Saussure più tardi analizzò quella roccia che tanto aveva impressionato il Dolomieu, come appare da una lettera da questi diretta in proposito da Malta al La Pérouse, e diede ad essa, in memoria dello scopritore, il nome di *dolomite.* Il De Buch, verso il 1820, iniziò su questa roccia una serie di studî, e mentre dianzi la si confondeva col calcare, egli ne segnalò pel primo la sua esistenza in grandi masse e la sua importanza nella costituzione delle montagne. Oltrechè nel Tirolo la ritrovò in masse notevoli in altre porzioni delle Alpi, nella Franconia, nella Turingia ed altrove, dovunque rimarcando le speciali condizioni di giacitura, di struttura, di composizione e di zoicità che,

Digitized by Google

a petto del calcare, presenta la dolomite. E poichè nella valle di Fassa s'alternano colla dolomia potenti masse eruttive di porfido augitico, così ei mise fuori la teoria che attribuisce ai vapori magnesiaci, accompagnanti le eruzioni dei porfidi, la trasformazione del calcare comune in dolomite. Anche questa sua opinione, come le altre, fu assai combattuta e molti geologi la reputarono inammissibile: ciò nullameno, essendo tuttora aperto il campo alle ipotesi, non è del tutto scomparsa dalla scienza. I più ritengono che quelle masse dolomitiche non sono altro che grandi costruzioni coralline, nelle quali, associato al calcare, trovavasi originariamente il carbonato di magnesio; in seguito all'azione delle acque, il carbonato di calcio, più solubile di quello di magnesio, viene continuamente asportato e la roccia si fa vieppiù ricca in magnesia trasformandosi gradatamente in dolomia, la quale diventa porosa e cavernosa, perdendo anche le traccie di stratificazione; i fossili, composti da gusci calcarei, vengono sostituiti da modelli dolomitici; e nei vuoti prodottisi per tale trasformazione il carbonato doppio di calcio e magnesio cristallizza in piccoli romboedri. Checchè ne sia però della genesi della dolomia, sta il fatto che la felice ispirazione avuta dal De Buch in faccia alle dolomiti tirolesi è stata la sorgente di tutte quelle dottrine che l'osservazione diretta e l'abile esperienza di una folla di studiosi accumulò in pochi anni.

Ma non finiscono qui gli alti parti della mente del De Buch. Il grande geologo tedesco, oltre alla endogenica, fecondò l'idea paleontologica e la portò a non meno insperate altezze dalle quali la storia del passato apparve più sicura e più chiara. I lavori stratigrafici fatti a varie ri-

Digitized by Google

prese sui terreni della Germania e le illustrazioni di varî gruppi di molluschi fossili stanno a dimostrare come anche in questo ramo della geologia egli abbia avanzato, e di molto, i suoi contemporanei. Fino dal 1806, studiando i fossili, aveva concepito l'idea di un progresso continuo nelle forme animali; molti anni dopo mostrò come tale idea si fosse in lui maturata e solidamente confermata. Nella descrizione delle Canarie dichiarò esplicitamente che le varietà possono lentamente divenire specie costanti, che poi sono capaci d'incrociarsi. La sua monografia sulle ammoniti è, senza dubbio, un capolavoro di paleontologia che sta a paro ed anche sorpassa i celebrati scritti del Cuvier. E ne è certamente di gran lunga superiore quando si pensi al concetto supremo che informa i due autori: mentre il Cuvier s'affatica a far risaltare le differenze specifiche fra fossile e fossile, creandone tanti enti affatto separati e distinti fra di essi, il De Buch tende a scoprire le affinità, raggruppando tra di loro quelle forme che più si assomigliano ed accusano una derivazione comune. Così facendo, quest'ultimo preconizzò le mirabili conseguenze alle quali doveva alzarsi nella seconda metà del nostro secolo la paleontologia, dopo che il Darwin, rinverdendo ed ampliando le teoriche lamarkiane, pose le basi di quella teoria dell'evoluzione che, perfezionata dipoi, è ora l'idea suprema delle scienze geologiche, come lo è, irrefragabilmente, d'ogni branca dello scibile umano. Epperò il De Buch, nonostante gli errori in cui dovette cadere sollecitando così frettolosamente sulla via del progresso la geologia, fu il più grande costruttore della scienza attuale, ed a buon diritto gli spettava anche l'apostrofe dell'Humboldt che lo proclamò «il più gran geologo del suo tempo».

Digitized by Google

IV.

Ho detto poc'anzi che non si può dissociare il nome del Brongniart da quello del Cuvier, nè il nome dell'Humboldt da quello del De Buch. Alessandro Brongniart ci si presenta come illustratore dell'idea paleontologica: Alessandro Humboldt come illustratore dell'idea endogenica. Ed anche per merito di costoro le due idee fondamentali della geologia s'allargarono prodigiosamente, fruttando una quantità considerevole di fatti, di leggi e di teorie. Già feci osservare come il Brongniart nel lavoro eseguito in comune col Cuvier v'abbia portato una maggiore contribuzione che non il collega. Nel 1821 fu pubblicata una terza edizione di quel classico studio sui terreni dei dintorni di Parigi, ma, tranne qualche leggiero miglioramento portato qua e là alle vedute anteriori, non si riscontra in essa tutto ciò che dopo dieci anni di nuove ricerche si poteva aspettare. Ciò nullameno l'edizione del '21 ha una grande importanza per gli splendidi confronti che vi si trovano fra i terreni parigini ed i consimili delle altre regioni d'Europa, confronti diretti a stabilire il parallelismo geologico fra i varî terreni terziari fino allora conosciuti. Ora, questa parte interessantissima, svolta con apposite note alla fine di ciascun capitolo, è tutta opera speciale del Brongniart. Coi dati da lui stesso raccolti e con quelli forniti dagli studî coscienziosi d'altri geologi egli tentò, con rara sagacità, di mettere in pratica quei precetti stratigrafici e paleontologici che permettono di sincronizzare le formazioni di paesi diversi, e vi riuscì felicemente. Nacque quindi con lui quel concetto

Digitized by Google

preciso dell'equivalenza dei terreni che fu soltanto intravveduto od affatto localmente applicato da' suoi precursori, come più volte ho ricordato, e che, contemporaneamente tentato dall'inglese Buckland fra le Alpi e l'Inghilterra, aveva prodotto troppo arrischiati avvicinamenti per la sovente eccessiva importanza accordata ai caratteri litologici. Il Brongniart invece, pienamente persuaso che la chiave dell'operazione sta tutta nelle particolarità paleontologiche dei singoli terreni, seppe contenersi nei giusti limiti e molte delle equivalenze da lui stabilite sussistono tuttodì. Ecco le sue testuali parole al riguardo: « Lo sviluppo degli esseri organizzati suppone una lunga serie di secoli, o, per lo meno, di anni che stabiliscono una vera epoca geognostica, durante la quale tutti i corpi organizzati che abitano, se non tutta la superficie del globo, almeno grandissime estensioni di questa superficie, hanno preso un carattere particolare di famiglia o d'epoca che non si può definire, ma che non si può più disconoscere. Io considero adunque il carattere d'*epoca di formazione,* tratto dall'analogia dei corpi organizzati, come di primo valore in geognosia, superiore a tutte le altre differenze, per quanto grandi appaiano; così, nei casi istessi in cui i caratteri tratti dalla natura delle roccie (ed è il più debole), dalla altezza dei terreni, dallo scavamento delle vallate, e persino dalla inclinazione degli strati e dalla stratificazione contrastante, si trovassero in opposizione con quello che noi traggiamo dagli avanzi organici, io attribuirei ancora a quest'ultimo la preponderanza, poichè tutte quelle differenze possono essere il risultato d'una rivoluzione e d'una formazione istantanea che non stabiliscono punto in geognosia epoca speciale ». Oggigiorno il pro-

Digitized by Google

cedimento dal Brongniart iniziato è, come tutti sappiamo, la base fondamentale della geologia stratigrafica, e fu appunto mercè a quel procedimento che ottant'anni di ricerche continuate poterono accumulare tutti quei materiali coi quali si può già tentare la storia geologica di buona parte della superficie terrestre.

Ad Alessandro Brongniart spetta quindi un posto eminente tra i fattori dell'evoluzione storica delle scienze geologiche, e se il Cuvier ha il sommo merito d'essere asceso dalla zoologia alla paleontologia, il suo compagno di studî ha quello non minore, e per noi certamente più importante, di aver applicato felicemente la paleontologia alla geologia. E forse l'astro cuvieriano non avrebbe rifulso di tanta luce se accanto ad esso non si fosse collocato l'astro del Brongniart. L'opera di quest'ultimo è chiaramente sintetizzata nelle seguenti parole scritte da lui medesimo: « Occorre, per caratterizzare i terreni, non solamente designare le specie che vi si trovano, ma designarle tutte e determinarle esattissimamente, in modo da non dare lo stesso nome a corpi i quali non hanno che rassomiglianze apparenti, ma che sono tuttavia specie distinte, benchè assai vicine le une alle altre. Tale è la connessione importante della zoologia colla geologia. Ed è per questa doppia considerazione che si raggiungerà lo scopo che si propone quest'ultima scienza, il qual scopo è la conoscenza esatta dei rapporti d'antichità degli strati che formano la scorza del globo ». Come vedete l'evoluzione dell'idea paleontologica compie col Brongniart una tappa importante. Il pensiero rudimentale di Xenofane e di Xantus, attraversando le menti dei filosofi greci, latini ed arabi, riappare con Leonardo da Vinci, col Fra-

Digitized by Google

castoro e col Palissy; con lo Stenone, col Leibniz, con l'Hooke, col Buffon, quel pensiero si sviluppa e prelude alle concezioni dell'Arduino, del Soulavie e dello Smith: col Brongniart infine assurge ad elemento cardinale di generalizzazione geologica. Più tardi quello stesso pensiero farà un passo ancora e decisivo, e sarà quando vedremo porsi al coronamento dell'idea la paleontologia evoluzionistica. Così dal primitivo concetto che i fossili sono avanzi organici, si arrivò a stabilire, col dibattuto lavoro di venticinque secoli, che i fossili si presentano in raggruppamenti speciali, svelanti altrettante epoche geologiche, per concludere che tutti i fossili formano una catena ininterrotta di organismi, dal primo apparso all'uomo.

Altri importanti lavori geologici e paleontologici, informati al principio ora esposto, ci ha lasciato Alessandro Brongniart, e, per quanto seguace delle idee cataclistiche del Cuvier, pure in molti punti lasciò intravvedere come i suoi studî lo portassero a vedute migliori circa lo sviluppo della terra e degli organismi. La sua vita, corsa dal 1770 al 1847, fu tutta di una attività prodigiosa: quell'attività irrequieta che accompagna sempre gli uomini di genio. Ingegnere ed ispettore generale delle miniere, professore di scienze naturali, direttore del Museo di Parigi, capo delle manifatture di Sèvres, egli esplicò l'ingegno suo in ogni carica, con eguale profondità ed intensità, attirando sovra di sè l'attenzione e la venerazione di tutti i dotti. Come i migliori geologi d'ogni tempo sacrificò ai viaggi buona parte della sua esistenza. Appena ventenne esplorò i Pirenei raccogliendovi roccie, piante, animali; più tardi viaggiò per Isvizzera, la Svezia

Digitized by Google

e la Norvegia facendovi ricerche geologiche delle quali diede contezza in apposite memorie: da ultimo percorse l'Italia riportandone preziose osservazioni, specialmente intorno ai vulcani. Ebbe poi la fortuna d'avere una famiglia di veri scienziati. Figlio di un celebratissimo architetto, cui sono dovuti parecchi tra i più belli monumenti della capitale francese, e nipote del chimico Antonio Brongniart, ebbe a sua volta un figlio, Adolfo, celebre paleofitologo, e per generi il naturalista Andouin ed il chimico Dumas. Adolfo Brongniart è stato il fondatore della paleontologia botanica, e gl'innumerevoli e poderosi suoi lavori al riguardo hanno una importanza straordinaria, come quelli che schiusero la via alle brillantissime scoperte recenti sull'evoluzione dei vegetali.

Passando dalla Francia alla Germania eccoci dinanzi l'altro Alessandro: l'Humboldt, il grande viaggiatore che, percorrendo l'Europa, l'America e l'Asia, raccolse un'infinità di nuovi fatti riferentesi alle scienze naturali e nelle molteplici sue opere ne fece una classica esposizione. Egli nacque a Berlino il 14 settembre 1769, l'anno memorabile che vide nascere tanti sommi uomini quanti basterebbero per un secolo: Napoleone, Cuvier, Wellington, Walter Scott, Chateaubriand... Dalla prima infanzia cominciò a dimostrare una forte passione per i viaggi: nell'inverno del 1777-78 fu all'Università di Francoforte sull'Oder, indi passò all'Università di Gottinga, strinse amicizia col Forster, ch'era stato compagno di Kook, e facendo con lui frequenti gite nell'Harz e sulle sponde del Reno, s'infiammò ai racconti delle peripezie dell'amico, e con esso ancora intraprese nel '90 un viaggio in Belgio, Olanda, Inghilterra e Francia. Nel '91 frequentò l'Acca-

Digitized by Google

demia mineraria di Freiberg, studiando mineralogia e geologia sotto il Werner, ed ivi conobbe il Freisleben ed il De Buch. L'anno seguente fu preposto all'Amministrazione superiore delle minìere della Franconia e vi stette cinque anni, fissandosi in un modesto villaggio alpestre, dal quale allontanossi nel '95 per un viaggio nel Tirolo, nel Veneto, nella Lombardia e nella Svizzera, che compiè in compagnia del Freisleben. Nel '97 visitò le principali città germaniche; poi col De Buch passò l'inverno a Salisburgo; nel '98, andato a monte un progetto di gita nell'Asia Minore, recossi a Parigi, e quivi, stretta amicizia col botanico Bonpland, stabilì con lui il gran viaggio nell'America. Partirono dalla Spagna nel '99, e dopo una sosta alle Canarie, di cui l'Humboldt studiò la costituzione geologica ascendendo il Picco di Teneriffa, approdarono a Cumana, nella Venezuela, il 16 luglio. Visitata la gran valle dell'Orenoco s'apprestavano a penetrare in quella ancor più grandiosa dell'Amazzone; ma, impediti dalla gelosia del governo portoghese, dovettero rinunciare al progetto, e passarono a Cuba, indi al Messico. Da qui raggiunsero le Ande, di cui perlustrarono gli alti picchi attornianti la profonda vallata di Quito: poscia tornarono al Messico, di là all'Havana, ed il 3 agosto 1804 rimpatriavano sbarcando a Bordeaux. Dopo questo lungo viaggio l'Humboldt si stabilì a Parigi per dedicarsi interamente alla pubblicazione dei risultati del medesimo. Allora la capitale francese riuniva tra le sue mura le più grandi celebrità scientifiche del mondo e l'Humboldt acquistò ben presto la stima e l'amicizia di tutte. Nel 1823 fece una piccola corsa in Italia per studiarvi il Vesuvio: nel '27, cedendo alle istanze de' suoi parenti e del suo

Digitized by Google

sovrano, ritornò a Berlino ove fu colmato di onori. Due anni dopo eccolo, di nuovo, sulle mosse per un lungo viaggio: in compagnia del Rose e dell'Eremberg perlustrò l'Asia centrale ed i dintorni del Mar Caspio. Tornato dopo nove mesi, non si mosse più da Berlino tranne che per fare qualche viaggetto di poca importanza e per dare annualmente una capatina a Parigi. Venerato da tutto il mondo, salutato principe degli scienziati, allietato da una vecchiaia felicissima, morì il 6 maggio 1859.

Questo telegrafico compendio della vita di Alessandro Humboldt è più che sufficiente a dimostrare quanta attività e quanta sete di scienza abbiano caratterizzata la sua lunga carriera. Ciò ch'egli lasciò scritto rappresenta una contribuzione così vasta e così profonda a tutte le scienze naturali in genere, che chi si facesse a gettare sovr'essa un solo sguardo sommario difficilmente potrebbe persuadersi che tutto è stata opera di un solo cervello. E vero cervello completo fu il suo. Certi gretti specialisti, dal cervello piccino, incapaci di assurgere a qualsiasi idea un po' larga ed elevata, reputano originali ed utili solo quei lavori che scoprono qualche nuovo fatto, che illustrano qualche nuovo fenomeno, che studiano qualche nuovo campione: all'infuori di ciò, tutto quanto si fa d'altro non è scienza vera; è un vile lavoro sull'opera altrui. Questi messeri, questi Minosse s' ingannano enormemente. La scienza non progredisce soltanto a furia di spietata analisi, a furia di accumulare fatti sovra fatti, osservazioni sovra osservazioni, particolari sovra particolari. Occorre che qualcuno s' incarichi di riunire questi singoli materiali, di coordinarli fra di loro, di compararli, di trarne insomma le leggi generali dei fenomeni,

Digitized by Google

colle quali soltanto si può giungere ad una vera comprensione della natura. Ora, fra le due mansioni, indispensabili entrambi, io non so quale sia la più difficile: certo so che per la seconda occorre del genio, ed il genio non è stoffa comune sul mercato. L'Humboldt attese ad un tempo all'una ed all'altra. Apportando alla scienza idee originali, fatti ed indagini speciali, egli non fece come chi si limita a portare le pietre per costruire un dato edificio, ma si spinse più in là, tentandone egli stesso la costruzione; a tal uopo fuse il risultato delle proprie con quello delle altrui osservazioni e ne trasse un complesso armonico che, ampliando le nozioni precedenti, e sostituendosi alle vecchie compilazioni, rappresentò fedelmente lo stato scientifico del momento. Ed appunto per questa tendenza generalizzatrice della sua mente egli si è raccomandato alla posterità. Egli stesso scriveva: « È un abbassare le scienze il far dipendere unicamente i loro progressi dall'accumulazione dei fenomeni particolari ». Epperò l'Humboldt, nella evoluzione storica di cui vado discorrendovi, tiene lo stesso posto che già occuparono con tanta gloria il Leibniz ed il Buffon. La *Protogea* e le *Epoche della natura* hanno lo stesso valore storico delle *Vedute della natura* — pittura dei tropici, altrettanto viva nelle pagine come se un celebre pittore l'avesse fissata sulla tela — e del *Cosmos,* — ultimo sforzo della intelligenza dell'Humboldt, mirabile fusione della scienza naturale più pura colla filosofia più alta. Questi quattro capolavori rappresentano la sintesi del pensiero geologico delle età rispettive; il loro corrispondente odierno io lo ravviso nella splendida opera del Suess: *L'aspetto della terra.* Sono altrettanti monu-

Digitized by Google

menti che sorgono lungo il corso dei tempi a compendiare il frutto del lavoro di parecchie generazioni; e questi monumenti sono altrettanti altari della scienza.

Le relazioni che l'Humboldt dettò intorno a' suoi viaggi sono ancora una splendida prova della grandiosità della sua mente: un vero, poderoso crogiuolo. Il De Saussure diceva, che la relazione dei viaggi del Pallas racchiude tutto ciò che può interessare un naturalista allo stesso modo che un uomo di Stato, ed è il più grande ed il più bel modello che esista in questo genere. A molta maggior ragione tali parole si possono ripetere per gli scritti dell'Humboldt, e giustamente il Saint-Claire Deville osservava che il geografo, il naturalista e l'economista vi trovano per le rispettive materie un'ampia messe di fatti e d'osservazioni. Invero vi si contengono: determinazioni delle posizioni geografiche e delle altezze (l'Humboldt, mi preme dirvelo, fu un valorosissimo alpinista quando dei Club Alpini manco si parlava e le scalate ai monti costituivano imprese le mille volte più difficili che non oggidì; egli compiè ben 459 ascensioni, parecchie delle quali superiori ai cinquemila metri); — studî sulla struttura generale e sul *facies* proprio delle varie contrade; — dati esatti sul loro clima e sulle loro produzioni naturali; — informazioni statistiche sulle loro popolazioni e condizioni economiche; — insomma un mondo di cose utili a tutti.

L'opera scientifica di questo genio straordinario si estende a quasi tutte le branche delle scienze naturali, e va ancora più in là. Malgrado questo frazionamento de' suoi studî, le scienze geologiche hanno da lui ricevuto un forte impulso, e basterebbe anzi quello ch'egli fece in

Digitized by Google

geologia, che pur rappresenta una minima parte delle sue produzioni, per assicurare egualmente al suo nome una gloria imperitura. Il suo primo lavoro fu sui basalti della regione renana. Allievo del Werner, anch'egli subì il fascino del sommo maestro, e quelle lezioni indimenticabili gli fomentarono nell'animo il desiderio dei viaggi, allo scopo di applicare le teorie imparate ai terreni fino allora sconosciuti. Sovratutto lo colpirono le considerazioni che il Werner veniva svolgendo sulla direzione dei filoni, onde dedurne l'età relativa; egli le applicò in grande ai terreni che man mano esplorava, e credette di trovarvi una legge generale di costanza. Cedo la parola a lui: « Fin dal 1792 — egli dice — io ero stato molto attento al parallelismo, o piuttosto al loxodiomismo degli strati. Abitatore di montagne di roccie stratificate, ove questo fenomeno è assai costante; avendo esaminato la direzione degli strati primitivi e di transizione, dalla costa di Genova, attraverso la catena della Bocchetta, le pianure della Lombardia, le Alpi del San Gottardo, l'altipiano della Svevia, le montagne di Bayreuth e le pianure della Germania settentrionale, io ero stato colpito, se non dalla costanza, certo dalla estrema frequenza delle direzioni orarie 3-4 della bussola di Freiberg (dal sud-ovest al nord-est). Questa ricerca, che io credeva dovesse condurre i fisici alla scoperta d'una grande legge della natura, ebbe allora tanta attrattiva per me, ch'essa divenne uno dei motivi più impellenti del mio viaggio all'Equatore ». Questo viaggio importantissimo, se non confermò nella sua letterale espressione quella legge di costanza, che in seguito rivelossi sotto altra vesta, non fu però meno proficuo per gli studî geologici, tant'è vero che, appena rim-

Digitized by Google

patriato, l'Humboldt sentì il bisogno di fare subito un parallelo fra i terreni dell'Europa e quelli ch'egli aveva scoperti e studiati nelle contrade intertropicali delle due Americhe. Quest'altro bellissimo lavoro s'intitola: *Saggio geognostico sul giacimento delle roccie nei due emisferi.*

Ma l'opera geologica dell'Humboldt, più che l'antichità della terra, interessa il suo stato presente: nella fisica e nella dinamica terrestre egli è stato il primo a riconoscere molte leggi relative ai fenomeni meteorologici e climatologici, alla orografia ed idrografia, alla distribuzione degli organismi e specialmente delle piante. Nelle questioni del vulcanismo poi, la sua fu veramente parola d'oracolo; a lui rimonta la comunissima frase che fa dei vulcani le valvole di sicurezza del globo. Gli studî da lui compiuti sui vulcani dell'America centrale rivelarono le più importanti e più curiose particolarità al riguardo. L'Humboldt, affrontando i più aspri disagi e correndo rischi non leggieri, perlustrò attentamente le due classiche, grandiose regioni vulcaniche del Messico e dell'Equatore, dove si riscontrano i vulcani fra i più alti ed attivi del mondo. I vulcani del Messico dividonsi in due serie: una serie costiera, lungo il Pacifico, composta di vulcani poco alti e poco attivi, ed una serie trasversale, attivissima, che va dal Pacifico al golfo del Messico, comprendendo gli alti picchi dell'Orizaba, del Popocatepetl, dell'Istacihuetl e del Toluca, tutti oltre i quattromila ed i cinquemila metri, ed il notissimo Jorullo. Nell'America meridionale abbiamo, lungo la catena delle Ande, tre grandi gruppi di vulcani, che rispettivamente possono chiamarsi il gruppo dell'Equatore, del Perù-Bolivia e del Chilì. I vulcani dell'Equatore, in nu-

Digitized by Google

mero di 14 o 16, sono tutti concentrati in uno spazio elittico il cui asse maggiore non ha più di duecento chilometri, e si allineano su due catene parallele, entro le quali s'apre la valle di Quito, ergendosi fin quasi ai seimila metri colle cime dell'Antisana e del Cotopaxi, ed intorno ai cinquemila col Tunguragua ed il Pichincha. Gli europei già conoscevano questi grandi vulcani in seguito alle notizie che ne avevano riportate i due francesi Bouguer e La Condamine, i quali, dal 1735 al 1745, compierono il noto viaggio per raccogliere gli elementi atti a determinare la figura della terra. Ma l' Humboldt che li visitò appositamente, ascendendone i dirupati fianchi, osservandone gli svariati fenomeni, esperimentandone i prodotti, misurandone le altezze, seppe dare nelle sue relazioni informazioni incomparabilmente più estese, più sicure, più scientifiche.

In compagnia ai vulcani attivi od estinti che ergono al cielo la bianca e fumosa cima nella regione equatoriale d'America, stanno potenti cupole trachitiche, senza traccie d'apparati vulcanici. Tipo di quest' ultime montagne è il Chimborazo, che oltrepassa i seimila, e l' Humboldt lo salì fino a soli ottocento metri dalla vetta estrema. Fra i vulcani messicani quello che maggiormente attirò l'attenzione del sommo geologo fu il Yorullo, alto appena 1300 metri, ma che formossi d' un tratto nel 1759 nel bel mezzo d' una pianura dianzi ricoperta dalla più florida vegetazione. L' Humboldt, sui dati raccolti a viva voce dagl' indigeni e sulle informazioni trovate in una lettera d' un padre gesuita, narrò l' istoria di questo vulcano, nel cui cratere riuscì a penetrare per un bel po' ed a collocarvi gli strumenti d' osservazione.

Digitized by Google

Parve all' illustre uomo che il Yorullo fosse nato d' un tratto per un brusco sollevamento del suolo e non in seguito ad un rapido accumularsi di materiali eruttati; epperò egli credette d'aver trovata la prova migliore in favore della teoria dei *crateri di sollevamento,* enunciata dal De Buch. D'allora in poi, accanto alla Caldeira di Palma, al Monte Nuovo, al Somma ed al Circo di Santorino venne a collocarsi, potente sostegno delle idee vulcanistiche ed orogeniche dei due allievi del Werner, il giovanissimo vulcano del Messico; anzi ne divenne il cavallo di battaglia, lo scudo d'Achille. E non solo il vulcano fu ritenuto come effetto di un repentino rigonfiamento del suolo; persino i così detti *hornitos* — che abbondano attorno al cono principale, e che altro non sono che piccoli coni, alti 2 o 3 metri, prodotti sulla superficie della lava dal continuo svilupparsi dei vapori (fumaruole) — ebbero identica origine. A proposito di questi ultimi, così scriveva al suo compagno di Freiberg il De Buch: « I vostri *hornitos* non sono già coni, formati dall' accumulamento delle materie eruttate; essi si sollevarono immediatamente dal centro della terra ». E d'allora in poi la descrizione particolareggiata del Yorullo, fattane dall' Humboldt, comparve in quasi tutti i trattati di geologia: ma alla perfine anche il lontano Yorullo, al pari de' suoi colleghi a noi più vicini, perdette il suo prestigio e la teorica dei crateri di sollevamento ne rimase assai scossa, quando il De Saussure, che fu sul posto, scrisse nel 1859 che il celebre vulcano del Messico è, come tutti gli altri, il risultato d'un travasamento di lave e d' un accumulamento di detriti. Le varie colate di lava, espandendosi in piano ed essendo assai vischiose,

Digitized by Google

si sovrapposero l'una sull'altra, e poichè ogni sgorgo andò sempre più diminuendo, così riuscirono disposte a gradinata. L'Humboldt confuse con una marna sedimentare questa lava basaltica, mostrandosi dessa assai alterata; ed ecco perchè, trovando egli un gradino al suo limite d'espandimento, credette ad un taglio, prodotto dal sollevamento che alzò come calotta il suolo.

L'Humboldt fu adunque, contemporaneamente al De Buch, uno dei partigiani più convinti della scuola sollevamentista. Oltre al Yorullo egli soleva citare un secondo esempio a sostegno delle sue idee: l'isola di Metone, della quale parla Ovidio nelle *Metamorfosi*. Nel *Cosmos* sviluppa a lungo la teoria: eccovene le righe principali, che possono servire di riassunto: « L'azione vulcanica agisce dando al suolo, per via di sollevamento, una forma ed una configurazione nuove; essa non agisce punto, come s'è creduto per molto tempo, in modo troppo esclusivo, al pari d'una forza costruttrice, accumulando scorie e strati di lava.... Il suolo si gonfia come una vescica, e ciò lo dimostra l'inclinazione regolare degli strati sollevati da di dentro all'infuori. Una esplosione simile a quella d'una mina, facendo saltare la parte media e culminante di questo rigonfiamento non produce talvolta che quanto il De Buch ha chiamato un cratere di sollevamento.... Talvolta l'esplosione fa uscire dal mezzo del cratere una montagna in forma di cono o di domo, ed è allora soltanto che il rilievo del vulcano è completo. Più sovente il crinale della montagna è aperto.... ».

Io non starò qui adesso a narrarvi come la teorica dei crateri di sollevamento sia stata combattuta: dobbiamo ancora parlare di due suoi illustri paladini, l'Elie

*

Digitized by Google

de Beaumont ed il Dufrenoy, e di tutti i geologi che vi fecero opposizione. Ci ritorneremo sopra, adunque, a suo tempo. Frattanto permettetemi di chiudere il cenno sull' Humboldt, riferendovi il bellissimo parallelo che fece di lui e del suo collega De Buch il Sainte-Claire Deville. « Entrambi hanno tante qualità comuni che sarebbe per avventura difficile di metterli in contrasto l'un coll'altro. Tutti e due, viaggiatori intrepidi e noncuranti del proprio benessere, hanno conservato fino ad un'estrema vecchiaia l' attività del corpo e l' attività dello spirito. In geologia hanno sviluppato entrambi, con un meraviglioso talento, ma con un indirizzo un po' differente, il grande pensiero del Werner, quello che costituirà la sua più solida gloria: la legge del parallelismo delle direzioni nei fenomeni geologici della stessa età. L' Humboldt, abbracciando maggior numero di cose nella sua vasta enciclopedia, era forse meno atto a spingere uno stesso soggetto fino alle sue ultime conseguenze. Più presuntuoso e, in certo qual modo, più cavalleresco, egli sentenzia più presto, salvo a riconoscere più tardi un errore od accettare per lo meno una rettifica con la maggiore buona fede. Il De Buch, più riflessivo e meno comunicativo, s' è rare volte ingannato; d'altra parte, bisogna dirlo, gli seccava immensamente di modificare la sua idea primitiva. Entrambi, per mezzo secolo, hanno seguìti tutti i progressi della scienza, quando essi medesimi non li abbiano provocati o precorsi. Egli è un interessante e nobile spettacolo il vedere questi due uomini, nati quasi nello stesso tempo, nella stessa patria, usciti dalla stessa scuola del gran Werner, per una felice rivalità, che non alterò giammai la loro reciproca affezione, dedurre, ciascuno a sua volta

Digitized by Google

un nuovo progresso d' una scoperta fatta dall'altro, e servire così d'esempio alla generazione più giovane che attorniava del suo rispetto questi due ottuagenarî: vero tratto d' unione fra la scuola che segnalò la fine del secolo diciottesimo e quello che doveva illustrare il nostro ».

V.

Con ciò abbiam visto come, nel primo quarto del nostro secolo, l'idea paleontologica, sviluppata largamente dal Cuvier, abbia condotto alla formale costituzione di una scuola geologica, e cioè la scuola cataclistica e creazionistica, mentre l'idea endogenica, più particolarmente coltivata dal De Buch, abbia dato luogo alla teoria sollevamentista. La geologia cataclistica fu, come dimostrai, frutto del *phylum* tradizionalista; di contro ad essa il *phylum* positivista collocò la geologia *uniformistica*, allo stesso modo che, in opposizione al nettunismo, aveva fatto rinascere il plutonismo. Le radici della scuola uniformitaria si contengono in parecchi geologi antichi, cominciando, come dissi più volte, da Anassagora e da Aristotile, i quali ebbero per guida il concetto cardinale dell'attualismo, ossia: il presente è la continuazione, e quindi la spiegazione, del passato. Questo grande pensiero, fecondato dalle ricerche del Fuchsel e dell' Hutton, diede abbondanti frutti sullo scorcio del secolo passato, e ciò vedemmo nella precedente conferenza. Il Fuchsel, ne' suoi scritti, aveva posto chiaramente il principio seguente: « La terra ha sempre presentato fenomeni simili a quelli che si osservano attualmente ». L'Hutton, spingendosi più avanti, formulò questa

Digitized by Google

tesi fondamentale: « Esaminando le cose presenti noi abbiamo in mano i dati per ragionare di ciò che è stato, e da ciò che è stato abbiamo i dati per indurre quello che dovrebbe succedere nell'avvenire ». Ecco le due affermazioni che riformarono completamente la geologia, dandole la chiave del passato e poggiandola sovra solide basi razionali. Ciò prova una volta di più l'alta posizione, che nella storia della nostra scienza occupa il geologo d'Edimburgo. Quanto al Fuchsel, basti il dire che il Keferstein, rivelandone i grandi meriti, non istette dall'osservare che è poco onorevole pel Werner d'aver adottate le idee del Fuchsel sugli strati e le formazioni, e d'essersi mostrato meno logico nell'impiego ch'egli ne ha fatto.

Se ben vi ricordate, uditori cortesi, il sistema huttoniano è unicamente fondato sullo studio dell'attualità; il suo autore diceva ancora: « Io non pretendo descrivere l'origine delle cose, come il signor De Luc nella sua teoria; io prendo le cose come le trovo in questo momento, e ragiono su ciò che è, per dedurne ciò che ha dovuto essere »: poichè « una teoria della terra, che ha per iscopo la verità, non può riferirsi a ciò che ha preceduto l'ordine attuale; in sostanza noi non abbiamo da ragionare che sull'ordine esistente, e quando si vuol ragionare senza dati bastevoli non si può finire che nell'errore ». Ma l'Hutton non insegnava, come i suoi avversari vollero dare ad intendere, che la terra non avesse mai differito dallo stato presente: egli limitavasi a risalire nel passato fin che i dati lo sorreggevano, fino a quando « ciò che esiste attualmente non gli permetteva più di cavarne conclusioni immediate »; arrivato a questo punto « non gli era più possibile vedere al di là »; ma questo punto non rappre-

Digitized by Google

sentava il « principio delle operazioni che si sono succedute nel tempo, e secondo la saggia economia del mondo »; era semplicemente il limite della ricerca positiva, il limite della nostra vista nel campo sterminato dei tempi che furono. Insegnava invece, e qui è l'essenza del suo sistema, che siffatte operazioni procedevano secondo un modo uniforme, costante, e tutte si riducevano ad un grande perpetuo ciclo di distruzioni e di costruzioni di roccie. Egli considerava la terra come « una macchina costrutta in base a certi principî, tanto chimici quanto meccanici, pei quali le sue differenti parti, nella loro forma, nella loro quantità, sono tutte adattate ad un certo fine; questo fine è raggiunto con certezza, e nei mezzi impiegati noi possiamo riconoscere la saggezza che tal fine ci rivela ». Ma soggiungeva: « Occorre egli vedere in questo mondo una semplice macchina, la cui durata non persisterà che fin quando le sue parti conserveranno le loro posizioni, le loro forme, le loro qualità attuali? O piuttosto non convien meglio di considerarlo come un corpo organizzato, la cui costituzione è tale che il logoramento inevitabile della macchina si trovi naturalmente riparato per l'azione stessa delle forze produttrici che l'hanno formata da principio? » Così posta la questione, e seguendo la bella analogia fra la terra e gli organismi, l'Hutton, dopo aver studiata la *distruzione,* indagava la *costruzione,* ed assurgeva splendidamente al principio capitale della continuità delle cause geologiche e considerante gli avvenimenti attuali, come il seguito e la successione naturale degli avvenimenti passati.

Non bisogna però credere che l'uniformitarismo dell'Hutton si scostasse pienamente dalla vecchia scuola ca-

Digitized by Google

tastrofica. E così dicasi del Fuchsel. Entrambi, mentre ammettevano la continuità dei fenomeni geologici, il loro lento e graduale evolvere e l'identità fra i passati e i presenti, sentivano tuttavia la necessità di ricorrere ogni tanto a certi cataclismi che, lungi dall'essere in opposizione alle cause generali, ne erano la naturale conseguenza e facevano parte dell'ordine universale della natura. Sotto questo aspetto fu catastrofista anche il Kant, benchè, come s'è visto, il filosofo di Konisberga avesse pel primo gettate le fondamenta della geologia evoluzionistica. Infatti nella sua *Geografia fisica* egli ammette alcune rivoluzioni di breve durata, ma di grandi effetti, rivoluzioni che affrettarono l'evoluzione della terra. Il Fuchsel, come dice il suo commentatore Keferstein, trovò che nella formazione dei depositi la natura deve aver seguite le leggi attualmente esistenti; tutti i sedimenti all'atto della loro formazione furono orizzontali; solo più tardi vennero inclinati da catastrofi prodotte da terremoti od oscillazioni del suolo. Anche l'Hutton nel suo ciclo dei cangiamenti tellurici ammise i cataclismi; le materie risultanti dalla graduale distruzione dei continenti si accumularono lentamente sul fondo degli oceani; quivi si consolidarono e costituirono pietre compatte, finchè venne un cataclisma a sollevarli ed a ricondurli alla superficie del suolo. Ecco adunque evidente fin d'ora la differenza fra la scuola uniformitaria huttoniana e la scuola lyelliana, la quale ultima assolutamente volle banditi dal regno geologico le rivoluzioni grandiose, d'intensità superiore agli odierni terremoti e scoppî vulcanici.

La scuola lyelliana cominciò a sorgere quando il Cuvier portò il catastrofismo alle sue estreme conseguenze.

Digitized by Google

Onde si capisce perchè di fronte alle esagerate idee del paleontologo francese, il geologo inglese abbia a sua volta esagerato nell'applicazione delle idee uniformistiche. Non appena il Cuvier mise fuori, con quella pompa rumorosa di cui parlammo, il suo sistema rivoluzionario e policreazionistico, sorsero i migliori ingegni a contestarlo, mentre la gran turba dei mediocri naturalisti e dei teologi intriganti facevasi ad applaudire freneticamente. Ed invero, mentre il catastrofismo dell'Hooke e del Leibniz, e specialmente quello del Fuchsel e dell'Hutton, erasi mantenuto nei limiti del naturale e del possibile, quello del Cuvier passava invece ogni confine della fenomenalità nota e positiva, ed urtava maledettamente contro i principî geologici già stabiliti e seriamente controllati da molti anni. E se per la grande autorità del Cuvier, paragonabile a quella del Werner, parecchi geologi avversari non osarono direttamente e pubblicamente opporsi a tanto nume, ciò nullameno quei pochi che si permisero d'attaccarne la teorica furono più che bastevoli per scacciarla ben presto dal campo della scienza razionale. Il sommo Goethe alzò tra i primi la poderosa voce; egli scrisse a proposito della dottrina cuvieriana: « Ciò che v'ha, in questa dottrina, di violento, di parossistico, ripugna al mio spirito, poichè non è questa cosa conforme alla natura. Io maledico questo abbominevole guazzabuglio di creazioni reiterate. E sorgerà uno di questi giorni un uomo intelligente che avrà il coraggio di smascherare questa follia accettata da tutti ». Parole sublimi e fatidiche; qualche anno dopo sorgevano tre grandi e valorosi oppositori della falsa geologia del Cuvier; Carlo von Hoff in Germania, Costante Prevost in Francia e Carlo Lyell in Inghilterra, seguìti tosto da altri geologi di polso.

Digitized by Google

Ma della nuova scuola geologica capitanata dal Lyell, della evoluzione del catastrofismo cuvieriano in quello più naturale dell'Élie de Beaumont, e finalmente dell'attuale ed imperante scuola evoluzionistica, potremo parlare l'anno venturo con la necessaria ampiezza, se il *Circolo dei naturalisti* vorrà tenere, com'è sperabile, un secondo corso di conferenze. Epperò, per quanto dolente di non aver potuto esaurire il mio tema, trovo, chiudendo le mie chiacchierate, una viva soddisfazione nella benevolenza da voi addimostratami fin qui, e nella speranza di ritrovarvi tutti raccolti di nuovo a sentire il rimanente.

Digitized by Google

INDICE

Conferenza I.
L'antichità . . . . . Pag. 1

Conferenza II.
La modernità . . . . . » 81

Conferenza III.
La modernità (seguito) . . . . . » 160

Conferenza IV.
L'attualità (1ª parte) . . . . . » 289

Digitized by Google

Aldrovandi . . . . . Pag. 110
Alessandro degli Alessandri. . . . . " 145
Ambrosini . . . . . " 121
Anassagora . . . . . " 43
Arduino Giovanni . . . . . " 223
Aristotile . . . . . " 52
Avicenna . . . . . " 88
Bacone . . . . . " 101
Baglivi . . . . . " 111
Bajer . . . . . " 107
Barrow . . . . . " 116
Bauer Giorgio (Agricola) . . . . . " 109
Beccari . . . . . " 188
Becher . . . . . " 107
Beringer . . . . . " 293
Bertrand . . . . . " 110
Bianchi . . . . . " 189
Boccone . . . . . " 110
Bonanni . . . . . " 111
Bourguet Luigi . . . . . " 181
Breislak Scipione . . . . . " 284
Brocchi G.B. . . . . " 305
Brongniart Alessandro . . . . . " 345
Buffon . . . . . " 205
Buonamici . . . . . " 115
Burnet . . . . . " 131
Cardano . . . . . " 114
Camerarius . . . . . " 294
Camper . . . . . " 234
Cattaneo . . . . . " 160
Ceruti . . . . . " 107
Cesalpino . . . . . " 149
Cimarelli . . . . . " 116
Ciocchi (Chiocchus) . . . . . " 115
Colonna . . . . . " 140
Cuvier Giorgio . . . . . "313-315
De Buch Leopoldo . . . . . " 331
De Maillet . . . . . " 182

Digitized by Google

Democrito . . . . . Pag. 43
De Saussure . . . . . " 274
Descartes . . . . . " 153
Empedocle . . . . . " 44
Etmullero . . . . . " 114
Falloppio . . . . . " 109
Fontenelle . . . . . " 114-173
Fortis Alberto . . . . . " 230
Fracastoro . . . . . " 147
Fuchsel . . . . . " 225
Galeazzi . . . . . " 187
Ghedini . . . . . " 110
Giraud Soulavie . . . . . " 277
Hall Giacomo . . . . . " 286
Helmontius . . . . . " 113
Hooke Roberto . . . . . " 170
Humboldt . . . . . " 346
Hutton Giacomo . . . . . " 242
Imperati Ferrante . . . . . " 111
Imperati Francesco . . . . . " 111
Kant Emmanuele . . . . . " 234
Kazwini . . . . . " 89
Kirker . . . . . " 107-113-128
Knor . . . . . " 138
Lang . . . . . " 114
Lehmann . . . . . " 222
Leibniz . . . . . " 159
Leonardo da Vinci . . . . . " 147
Lhwyd . . . . . " 114
Linneo . . . . . " 184
Magno Alberto . . . . . " 101
Maioli . . . . . " 150
Marsilli . . . . . " 188
Matani . . . . . " 186-188
Mattioli Andrea . . . . . " 109
Mazuriet . . . . . " 118
Mercati . . . . . " 108

Digitized by Google

Michieli . . . . . Pag. 188
~~Montbard~~ . . . . . " 218
Monti Giovanni . . . . . " 187
Moro Anton Lazzaro . . . . . " 196
Odoardi Giacomo . . . . . " 233
Olivi G.B. . . . . " 106
Omar . . . . . " 88
Ovidio . . . . . " 72
Palissy Bernardo . . . . . " 150
Pallas Pietro Simone . . . . . " 273
Piccoli Gregorio . . . . . " 188
Pini Ermenegildo . . . . . " 282
Playfair Giovanni . . . . . " 247
Plot . . . . . " 109
Quirini . . . . . " 113
Ray Giovanni . . . . . " 170-178
Scheuchzer . . . . . " 142-173-295
Scilla . . . . . " 140
Seneca . . . . . " 71
Smith Guglielmo . . . . . " 286
Soldani . . . . . " 190-280
Spada . . . . . " 142
Spallanzani Lazzaro . . . . . " 281
Stelluti . . . . . " 110
Stenone . . . . . " 155
Strabone . . . . . " 60
Teofrasto . . . . . " 58
Tissott . . . . . " 117
Torrubia . . . . . " 117
Tournefort . . . . . " 112
Vallisnieri . . . . . " 185
Voltaire . . . . . " 118
Walch . . . . . " 138
Warren . . . . . " 134
Werner Abramo Teofilo . . . . . " 242
Whiston . . . . . " 137
Woodward . . . . . " 134

Digitized by Google

Wurzburg . . . . . Pag. 293
Xantus . . . . . " 42
Zanichelli . . . . . " 137
Zeno . . . . . " 138

Digitized by Google

Digitized by Google